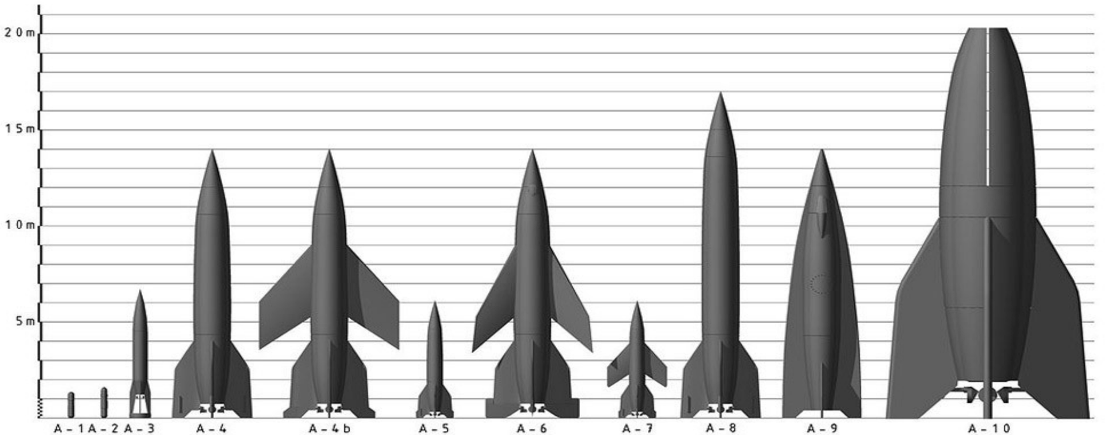
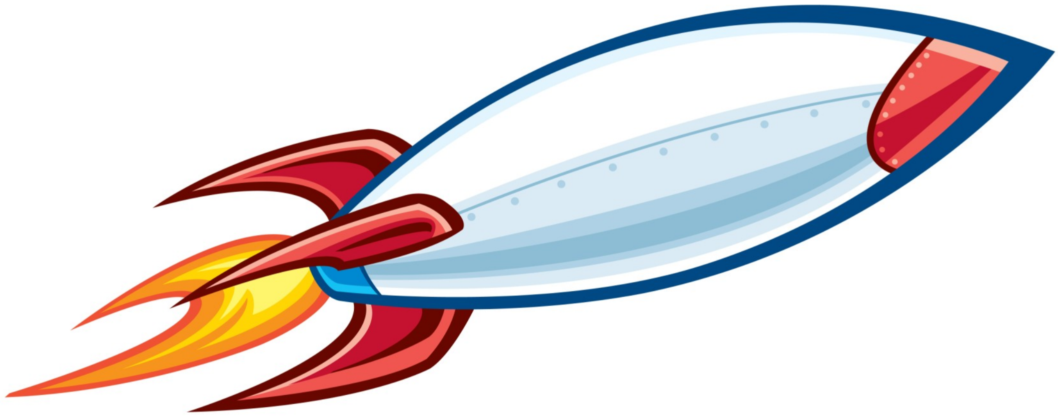
எளிமை, இனிமை, தெளிவு இவர்தம் நூல்களின் தனிச்சிறப்புகளாகும்.

பேராசிரியர் முனைவர்
ந சுப்பு ரெட்டியார்

இராக்கெட்டுகள்





1916 2016

ந சுப்பு ரெட்டியார் 100

Centenary Committee Publications

இராக்கெட்டுகள்

பேராசிரியர் முனைவர் ந சுப்பு ரெட்டியார்

எளிய வேளாண் குடியில் பிறந்து, தன் முயற்சியால் பயின்று,
ஆசிரியராக தொடங்கிப் பேராசிரியர் வரை உயர்ந்தவர்.
திருப்பதி திருவேங்கடவன் பல்கலைக்கழகத்தில் தமிழ்த்துறையை
உருவாக்கி அதன் தலைவராகப் பணியாற்றியவர்.
பல பல்கலைக்கழகங்களில்
சிறப்புநிலைப் பேராசிரியராகத் திகழ்ந்தவர்.

பண்டையத் தமிழ்க்கல்வி மரபில் வேரூன்றி,
நவீனக் கல்விப் பயிற்றல் முறைகளில் தேர்ந்தவர்.
பல ஆய்வாளர்களை உருவாக்கியவர்.
வாழ்நாள் முழுவதும் எழுத்தும், பேச்சுமாக வாழ்ந்தவர்.
136 [135 +1] நூல்களைப் படைத்துப் பன்முக ஆளுமையாக மிளிர்ந்தவர்.

அன்னாரின் நூற்றாண்டு (2015~2016)
108 நிகழ்வுகளாக தமிழகமெங்கும்
மிகச் சிறப்பாக கொண்டாடப் பெற்றது.

இராக்கெட்டு என்பது என்ன? இஃது எப்படி கண்டுபிடிக்கப்பெற்றது?
இதன் கதை என்ன? இதன் அமைப்பு என்ன?
இதனை இயக்குவது எங்ஙனம்?
ஏவுகணைகள் என்றால் என்ன? இன்னபிற
செய்திகளை சுருக்கமாகவும், விளக்கமாகவும்
கூறுகின்றார் பேராசிரியர்.

ந சுப்பு ரெட்டியார் 100

Centenary Committee Publications

ISBN: 978-81-939637-0-8

eBOOK ~ மின் நூல்

இராக்கெட்டுகள்

அருங்கலைக்கோன், சடகோபன் பொன்னடி, சேவா ரத்னா,
தமிழ்ப்பேரவைச் செம்மல், கலைமாமணி, ஆய்வுத்தமிழரசு,
பொதுமறைச் செம்மல், வைணவ இலக்கிய மாமணி

பேராசிரியர் முனைவர்

ந சுப்பு ரெட்டியார்

முன்னாள் வாழ்நாள் மதிப்பியல் பேராசிரியர்

தமிழ் இலக்கியத்துறை
சென்னைப் பல்கலைக்கழகம்
.

1916 2016

ந சுப்பு ரெட்டியார் 100

Centenary Committee Publications

இராக்கெட்டுகள்

All rights are reserved. No part of the publication may be reproduced, stored in a retrieval system
(including but not limited to computers, disks, external drives, electronic or digital
devices, e-readers, websites), or transmitted in any form or by any means
(including but not limited to cyclostyling, photocopying, docutech of other
reprographic reproductions, mechanical, recording, electronic, digital versions)
without the prior written permission of the publisher, not be otherwise circulated
in any form of binding or cover other than that in which it is
published and without a similar condition being imposed on the subsequent purchase.

முதற்பதிப்பு – 1964
இரண்டாம் பதிப்பு - 2018

Price: Rs.200.oo

Published by:

ந சுப்பு ரெட்டியார் 100

Centenary Committee Publications

AD-13, 5th Street, Anna Nagar West, Chennai – 600 040

ISBN 978-81-939637-0-8

9 788193 963708

Wrapper design: **Centenary Committee**
Printed at: DJ Prints, Chennai – 600 095

பதிப்புரை

உலக முன்னேற்றத்திற்கு அறிவியல் மிகமிக இன்றியமையாதது. அது பல துறைகளாகப் பரந்து உள்ளது. அவற்றுள் மனிதன் விண்வெளியினை ஊடுருவித் திங்கள் மண்டிலத்தை நோக்கி விரைந்து செல்லும் முயற்சியும் ஒன்றாகும். இத்துறையில் மேலைநாடுகள் ஒன்றையொன்று போட்டியிட்டுக் கொண்டு முன்னேறிக்கொண்டு வருகின்றன. அறிவியலின் இத்தகைய விரைந்த போக்கினை ஆராயுங்கால் திங்கள்மண்டிலப் பயணம் விரைவில் கைகூடுவதொன்றே எனத் தோன்றுகின்றது.

இம்முயற்சிக்கு அடிப்படையாயிருப்பது இராக்கெட்டுகள். இராக்கெட்டு எனினும் சிறுவாணம் எனினும் ஒக்கும். சிறுவாணமுறையை அடிப்படையாக வைத்துப் பெரிய அளவில் இயக்கப்படும் ஒரு கருவியே இராக்கெட்டு. இஃது எப்படிக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது? இதன் கதை என்ன? இதனை இயக்குவது எங்ஙனம்? இதன் அமைப்பு என்ன? ஏவுகணைகள் என்றால் என்ன? இன்ன பிற செய்திகளைச் சுருக்கமாகவும் விளக்கமாகவும் கூறுகின்றார் இந்நூலாசிரியர். அவருக்கு எம் நன்றியைத் தெரிவித்துக் கொள்ளுகின்றோம்.

இளைஞர் வானொலி, அதிசய மின்னணு ஆகிய இந்நூலாசிரியரின் நூல்களை வாங்கிக் கற்றுப் பயனடைந்தது போல் தமிழகம் இதனையும் ஏற்றுக் கற்றுப் பயனடையுமென நம்புகின்றோம்.

சைவசித்தாந்த நூற்பதிப்புக் கழகத்தார்.

அன்புப் படையல்

செந்தமிழ்த்தாய் மலரடியை மறவாச் சீலர்;
　　சீர்திருத்தக் கொடிவளர்க்கும் சீர்மை மிக்கார்;
சந்தஇளம் பிறையணிந்த மூர்த்திக் கன்பர்:
　　தயாமூல தத்துவத்தை நன்கு ணர்ந்தோர்;
சிந்தனைக்கு விருந்தளிக்கும் பண்புச் செல்வர்;
　　தேன்மொழியால் தமிழகத்திற் குயிர்அ ளிக்கும்
அந்தணர்;நல் குன்றைநகர் வாழ வந்த
　　அடிகளார்க் கிச்சிறுநூல் உரிய தாமே.

நூல் முகம்

காலைப் பிடித்தேன் கணபதி! நின்பதங் கண்ணிலொற்றி
நூலைப் பலபல வாகச் சமைத்து நொடிப்பொழுதும்
வேலைத் தவறு நிகழாது நல்லவினைகள் செய்துன்
கோலை மனமெனும் நாட்டின் நிறுத்தல் குறியெனக்கே.[1]

—*பாரதியார்*

"பறக்கச் சிறகிருந்தால் வெண்ணிலாவே—உன்றன்
பக்கம் வந்து சேருவேனே வெண்ணிலாவே."

என்பது புதுமைகளைக் கண்டு களிப்பெய்தத் துடிக்கும் மனிதன் காணும் கனவுகளைக் காட்டும் கவிஞனின் குரல். கவிஞர்களைப் போலவே அறிஞர்களும் கற்பனை ஓவியங்களைத் தீட்டிச் சுவை மிக்க புதினங்கள் பலவற்றைப் படைத்து மகிழ்கின்றனர். நம்மையும் மகிழ்விக்கின்றனர். இங்ஙனம் கி. பி. 160 இல் எழுதப்பெற்ற கதையொன்றில் கதைத்தலைவன் வானக் கப்பலில் செல்லுகின்றான் பல இடையூறுகளைத் தாண்டி, விபத்துமிக்க பகுதிகள் பலவற்றைக் கடந்து, எட்டு நாட்கள் கழித்து விண்வெளியில் ஒளிமிக்க தீவு ஒன்றினைக் கண்ணுறுகின்றான். இதுவே மதிமண்டலமாகும். இன்னொரு கதையில் கதையாசிரியர் கதைத் தலைவனுக்குச் சிறகுகளைப் படைத்துவிடுகின்றார். மதிமண்டலத்தை எட்டிய இவன் கதிரவன் மண்டலத்தையும் அடைய முயல்கின்றான். இதனைக் கண்ட வானுலகத்தோர் சீற்றங்கொண்டு அவனைத் தரைக்கு அனுப்பிவிடுகின்றனர். மீண்டும் அவன் விண்வெளிக்கு வர இயலாதிருக்க அவனது இறக்கைகளையும் களைந்து விடுகின்றனர்![2] இதற்குப் பல நூற்றாண்டுகட்குப் பிறகு (17 ஆவது நூற்றாண்டில்) கெப்ளர் எழுதிய கதையிலும், அவருக்குப் பின்னர் காட்வின் என்பாரும், பிறரும் எழுதிய நூல்களிலும் மதிமண்டலச் செலவு பற்றிய கருத்துக்கள் வருகின்றன. கெப்ளர் காலத்தில் சமயக் கோட்பாடுகட்கும் அரசியல் கொள்கைகட்கும் புறம்பான கருத்துக்களை எடுத்துரைப்பவர்கள் கடுந்தண்டனைக்குள்ளானதால் அவர்

---

1. கவிதைகள்: விநாயகர் நான்மணிமாலை - செய்-6.

2. [illegible] - 15

கள் தம் கருத்துக்களைக் கதைவடிவில் கற்பனைக் கூற்றுகள்போல் எடுத்துரைக்க வேண்டியதாயிற்று. இருபதாவது நூற்றுண்டில் வாழ்ந்த எச். ஜீ. வெல்ஸ் என்ற புகழ்பெற்ற அறிஞரும் "மதியை அடைந்த மாந்தர்கள்" (First men in the Moon) என்னும் புதினத்தில் பல கற்பனைக் கருத்துக்களை உருவாக்கியுள்ளார்.

இங்ஙனம் கற்பனையாக இருந்து வந்த எண்ணங்கள் இந் நூற்றுண்டின் தொடக்கத்தில் நடைமுறையில் செயற்பட்டன. பல அறிவியலறிஞர்கள், கனவாக இருந்து வந்த மதிமண்டலச் செலவினை நனவாக்க முயன்றனர். காடார்டு, ஓபெர்த் போன்ற அறிஞர்கள் இராக்கெட்டு ஆராய்ச்சியில் ஈடுபட்டுப் பல அரிய உண்மைகளைக் கண்டறிந்தனர். நாளடைவில் இத்துறையில் பல முன்னேற்றங்கள் ஏற்பட்டு வந்தன. இன்று இராக்கெட்டின் துணையால் மதியினையே தொட்டு விட்டனர்! ஐந்தாண்டுகட்கு முன்னரே (1959 இல்) இரஷ்யர்கள் இதில் வெற்றி கண்டனர். இந்த ஆண்டுதான் (ஆகஸ்டு - 1964) அமெரிக்கர்கட்கு இதில் வெற்றி கிட்டியது. இப்பொழுது மதிமண்டலத்திற்கு மனிதனே சென்று திரும்பிவர வேண்டுமென்ற முயற்சி நடைபெற்று வருகின்றது. இன்னும் ஆறுண்டுகளில் இதில் வெற்றிகிடைக்கும் என்ற நம்பிக்கை அறிஞர்களிடையே இருந்து வருகின்றது.

இந்த விண்வெளிச் செலவுக்கு உறுதுணையாக இருப்பது இராக்கெட்டு. இந்தப் பயணம் தொடங்கப்பெறுவதற்கு முன்னர் வானவெளியில் எடையின்மை அனுபவம், வானவெளியின் வெப்பம், அமுக்கம் இவைபோன்ற செய்திகள் இவற்றை அறிவதற்கு இராக்கெட்டு துணைசெய்கின்றது. இராக்கெட்டின் துணையால் தொலைக்காட்சி அமைப்பு, இராடார் அமைப்பு, தொலைஒலிப் பான் அமைப்பு போன்ற அமைப்புக்களடங்கிய சிறிய துணைக் கோள்களை விண்வெளியில் பல்லாயிரக்கணக்கான மைல் உயரங் கட்கு அனுப்பிப் பல செய்திகளை அறிகின்றனர். அன்றியும், போர்த்துறையிலும் பல்வேறு செயல்களில் இராக்கெட்டு பயன்படுகின்றது. இங்ஙனம் பலதுறைகளிலும் சேவை புரியும் இராக்கெட்டினைப் பற்றி இந்நூல் ஓரளவு விளங்க உரைக்கின்றது. இந்த விளக்கத்திற்கு ஆங்காங்கு 41 படங்கள் துணைசெய்கின்றன. இந் நூலும் இந்தவரிசையில் வரும் என்னுடைய ஏனைய நூல்களும்

இவற்றைப் பயிலும் மாணாக்கர்களிடமும் பிறரிடமும் 'அறிவியல் பசி'யைத் தூண்டக் கூடுமானால் அதுவே யான்பெறும் பேறு எனக் கருதுவேன்; மகிழ்வேன்.

இலக்கியத் துறையிலும் சமயத் துறையிலும் பல்லாண்டுகளாகப் பணியாற்றிப் பெரும் புகழ்பெற்ற சைவசித்தாந்த நூற்பதிப்புக் கழகத்தார் இந்த அறிவியல் நூலையும் மனமுவந்து ஏற்று வெளியிட்டமைக்குக் கழகத்தினருக்கும், சிறப்பாகக் கழகத்தின் உயிர் நாடியாக இயங்கும் இளமைத் துடிப்பு மிக்க கழக ஆட்சியர் திரு. வ. சுப்பையா பிள்ளை அவர்கட்கும், என் உளங் கனிந்த நன்றி என்றும் உரியது.

இந்நூலை வெளியிட இசைவுதந்த திருவேங்கடவன் பல்கலைக் கழகத்தினருக்கு—சிறப்பாக அப் பல்கலைக் கழகத்தை நன்முறையில் இயக்கிவரும் அதன் துணைவேந்தர் டாக்டர் V. C. வாமனராவ் அவர்கட்கு—என் மனமுவந்த நன்றியைத் தெரிவித்துக் கொள்ளுகின்றேன்.

அறிவாலும் ஆற்றலாலும் உயர்ந்த சீலத்தாலும் அத்தனைக்கும் மேலாகச் செயலாற்றும் திறனாலும் என் உள்ளத்தைக் கவர்ந்தவர்கள்—தமிழ் கூறு நல்லுலகத்தின் தந்தை போன்றவர்கள்—தவத்திரு. குன்றக்குடி அடிகளார். அடிகளார் சின்னப்பட்டமாக இருந்த காலத்திலேயே வேண்டாத சில மடத்துச் சம்பிரதாயங்களைக் கைவிட்டதனால் பொதுமக்கள் உள்ளத்தைக் கவர்ந்தவர்கள். எவருடனும் இன்முகத்துடன் பழகும் பண்புடையவர்கள்; 'பண்புடையார்ப் பட்டுண்டு உலகம்' என்ற வாய்மொழிக்கு எடுத்துக்காட்டாக நின்று நிலவுபவர்கள். பட்டம் ஏற்று மடத்துப் பொறுப்புக்கள் யாவும் அவர்களை வந்தடைந்த பிறகு பலதுறைகளிலும் அவர்களது அருள் நோக்கம் சென்றது. அறங்கள்யாவினும் "புண்ணியங்கோடி ஆங்கோர் ஏழைக்கெழுத்தறிவித்தல்" என்பதை உணர்ந்து பல பள்ளிகளையும் இலவச உணவு விடுதிகளையும் நிறுவினார்கள். "பெண்ணுக்கு ஞானத்தை வைத்தான்—புவி, பேணி வளர்த்திடும் ஈசன்" என்பதையுணர்ந்த அடிகள் ஆசிரியப் பயிற்சிப் பள்ளியைத் துவக்கி, "பெண்கள் அறிவை வளர்த்தால்—வையம், பேதைமையற்றிடும்

காணீர்" என்ற குறிக்கோளைப் பறையறைவித்தனர். தம் பார்வையின் கீழுள்ள திருக்கோயில்களைப் புதுக்கி அவற்றில் தமிழ் அருச்சனை வழிபாட்டைச் செயற்படுத்தினார்கள். இதனால் பாடிய வாய் தேனூறும் 'பால்வாய்ப் பசுந்தமிழ்' ஏற்றம் பெற்றது. தமிழ் கூறு நல்லுலகமெல்லாம் அருள் நெறிக் கழகங்களைத் தோற்றுவித்துச் சமயப்பணி ஆற்றிவருகின்றார்கள். ஏனைய மடாதிபதிகள் போல் 'மூலவராக' இராமல், அடிகளார் 'உற்சவராக' எங்கும் சென்று தமிழ் முழக்கம் செய்து சமயநெறியையும் தமிழ்நெறியையும் பரப்பி வருகின்றார்கள். அடிகளாரின் திருவாயினின்றும் அருவிபோல் பொங்கிவரும் அமுத வெள்ளமாகிய பேச்சில் புலமை மணங்கமழும்; ஆராய்ச்சித் திறன் ஒளிரும்; சிந்தனைச் சுடர் தெறிக்கும். இவர்களுடைய கருத்துக்களில் ஆழ்கடலைப் போன்ற ஆழமும் உண்டு; அதனைப்போல் அவை அகன்றும் காணப்பெறும். அனைத்தையும் துறந்து தமிழைத் துறக்க முடியாத அடிகளார் ஆசிரியர்களின் தோன்றாத்துணையாக இருப்பவர்கள்; புலவர்களிடம் பெருமதிப்புக் கொண்டவர்கள். வருங்கால மானிடப் பயிர்கள்—மாணாக்கர்கள்—உய்யவேண்டும் எனத் துடித்து நிற்பவர்கள். தம்மிடம் சுரக்கும் அருள் காரணமாக இங்ஙனம் பல்லாற்றானும் சேவை புரிந்து வரும் தவத்திரு அடிகளாரின்மீது அடியேன் கொண்டுள்ள பேரன்பிற்கும் பெருமதிப்பிற்கும் அறிகுறியாக இச்சிறுநூலை அவர்கள் திருவடிகளில் அன்புப் படையலாக்குகின்றேன். இவர்கள் ஆசியால் இந்நூல் தமிழ் கூறு நல்லுலகத்தில் பெருமிதத்துடன் உலவும் என்பது என் திடமான நம்பிக்கை.

என்னிடம் இயல்பான குறைகளிருந்தும் என்னையும் ஒரு கருவியாகக் கொண்டு என்னுளே நின்று என்னை இயக்கி இந்நூலை எழுதி வெளியிடுவதற்கு யான் மேற்கொண்ட முயற்சியை நிறைவேற்றி வைத்த எல்லாம் வல்ல திருவருளை மனம்மொழி மெய்களால் நினைந்து வாழ்த்தி வணங்குகின்றேன்.

திருப்பதி,
ஆகஸ்டு 10, 1964.

ந. சுப்புரெட்டியார்.

உள்ளுறை

		பக்கம்
1.	அதிசயச் செய்திகள்	1
2.	சர் ஐசாக் நியூட்டன்	8
3.	இராக்கெட்டின் கதை	13
4.	இராக்கெட்டின் இயக்கம்	19
5.	இராக்கெட்டின் அமைப்பு	26
6.	இரண்டு தடைகள்	35
7.	ஈர்ப்பு ஆற்றல்	42
8.	ஏவுகணைகள்	50
9.	வழிகாட்டி அமைப்புக்கள்	61
10.	வளி மண்டலம்	77
11	பூமியின் துணைக்கோள்கள்	83
12.	விண்வெளியில் மனிதன்	93
13.	வாழ்க்கைத் துறைகள்	104
	பின்னிணைப்பு:	
	கலைச்சொற்கள் விளக்கம்	107

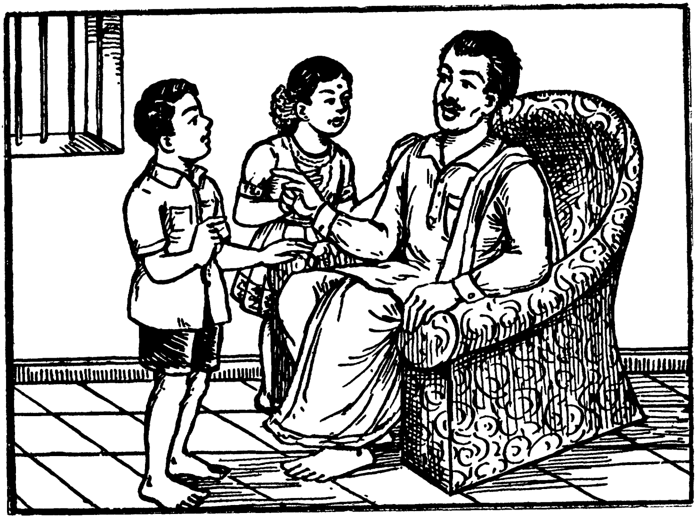
இராக்கெட்டுகள்

1. அதிசயச் செய்திகள்

அன்று ஞாயிற்றுக்கிழமை. **குமணனும்** அவனுடைய தங்கை **குமுதமும்** மாலையில் நடைபெறும் படக் காட்சிக்குச் சென்று வந்தனர். அன்று படக்காட்சிக்கு முன்னதாக அவர்கள் 'செய்திச் சுருளில்' பல அதிசயச் செய்திகளைக் கண்டு களித்தனர். வான்வெளிப் பயணத்தில் அமெரிக்கர்கள் ஒரு மனிதனை அனுப்பிய நிகழ்ச்சிகள் செய்திச் சுருளில் காட்டப்பெற்றன. படம் முடிந்து வீடு திரும்பும்பொழுது இருவரும் வான்வெளிப் பயணம்பற்றிய உணர்ச்சியுடன் இருந்தனர்.

குமுதம் ஒரு செல்லச் சிறுமி. பள்ளியில் படித்து வருகின்றாள். குமணன் உயர்நிலைப் பள்ளியில் படித்து வருகின்றான். ஒரு வாரமாக ஏதோ அலுவலாக வெளியூர் சென்று திரும்பிய அவர்களின் தந்தை தம் செல்வச் 'சிட்டுக்கள்' படக்காட்சிக்குச் சென்றதை அறிந்தார். ஒரு வாரமாகக் குழந்தைகளைப் பாராத அவர் முகம் வழிமேல் விழியை வைத்துக் காத்துக் கொண்டிருந்தது. குமணனும் குமுதமும் வீடு திரும்பினர்.

தந்தையைக் கண்ட குமுதம் ஓடோடி வந்து அவர் அருகில் அமர்ந்து கொண்டு, "அப்பா, நானும் அண்ணனும் படம் பார்க்கச் சென்றிருந்தோம். செய்திச் சுருளில் நாங்கள் கண்ட **'வான்வெளிப் பயணம்'** எங்கள் மனத்தை விட்டு அகல வில்லை" என்று கொஞ்சிக் கூறினாள்.



படம் 1 : தந்தை மக்களுடன் உரையாடும் காட்சி

"அப்படியா கண்ணு, இந்தப் பயணத்தைப்பற்றிய செய்திகள்தாம் அடிக்கடி பத்திரிகைகளில் வெளிவருகின்றனவே? அமெரிக்காவும் இரஷ்யாவும் மாறிமாறி இத்தகைய பயணங்களை மேற்கொள்ளுகின்றன. இரண்டு நாட்டு அறிவியலறிஞர்களும் அடிக்கடி வான்வெளியைப் பற்றி ஆராய்ந்த வண்ணம் இருக்கின்றனர். செயற்கைத் துணைக்கோள்கள் அடிக்கடி வான வெளியில் சுற்றி வந்து

கொண்டிருக்கின்றன. நீங்கள் பத்திரிகைகளைப் படிக்கும் பொழுது இத்தகைய செய்திகளையும் நன்கு படிக்கவேண்டும்” என்று கூறினார் தந்தை.

“நான் படிக்காமல் இல்லை. படிக்கத்தான் செய்கின்றேன். ஆனால், அந்தப் பயணத்தின் நோக்கமும் வான்வெளி ஆராய்ச்சியின் நோக்கமும் என்னால் புரிந்துகொள்ள முடிய வில்லை. ஆதலால், இத்தகைய செய்திகள் எனக்கு இனிக்க வில்லை. பொதுமக்கள் பெரிய எழுத்துக்களில் வெளியாகும் இத்தகைய் செய்திகளை ஒருவித உற்சாகத்துடன் பேசுகின் றனர். ஆனால், பெரும்பாலோருக்கு இவை ஒரு வியப்பினை விளைவிப்பதுடன் நின்று போகின்றன. வரவரப் பெரும் பாலோர் இத்தகைய செய்திகளைப் படிப்பதும் இல்லை. பத்திரிகைகளிலும் இச்செய்திகள் எங்கோ ஒரு மூலையில் வெளியிடப்பெறுகின்றன” என்றான் குமணன்.

“நம்நாட்டு மக்களுக்கு இன்னும் போதுமான கல்வியறிவு ஏற்படவில்லை. அதுவும் அறிவியல் பற்றிய செய்திகள் அவர்கள் உள்ளத்தைக் கவர்வதில்லை” என்றார் தந்தை.

“நாங்கள் புரிந்துகொள்ளும் வகையில் எளிய முறையில் அறிவியல் புத்தகங்கள் வெளிவந்தால் இவற்றைப் புரிந்து கொள்வோம். தமிழில் இத்தகைய அறிவியல் புத்தகங்கள் அரியனவாகவே உள்ளன” என்றாள் குமுதம்.

“வான்வெளிப் பயணம்பற்றிய நிகழ்ச்சிகளை நேரில் கண்ணால் படத்தில் கண்டும் அவைபற்றிய கருத்தினைப் புரிந்து கொள்ள முடியவில்லையே!” என்றான் குமணன்.

“கடந்த ஒரு சில ஆண்டுகளாக வான்வெளிப் பயணம் பற்றிய செய்திகளே பத்திரிகைகளில் அதிசயச் செய்திகளாக வெளிவந்துள்ளன. ஒவ்வோர் ஆண்டிலும் புதிய புதிய

வியப்பூட்டும் நிகழ்ச்சிகள் நடைபெற்ற வண்ணமுள்ளன" என்றார் தந்தை.

மேலும் அவர் தொடர்ந்து கூறியது :

"வாணிகத்தில் சரக்குகளை வேகமாக ஓரிடத்திலிருந்து பிறிதோரிடத்திற்குக் கொண்டுசெல்லுவது முக்கியமானது. அங்ஙனமே, ஜெட் முறையில் பொருள்களை உந்தித் தள்ளுதல் இராக்கெட்டுத் துறையில் அனைவர் கவனத்தையும் கவர்ந்துள்ளது. போரிடும் விமானங்கள், குண்டுகளை வீழ்த்தும் விமானங்கள், பல்வேறுவகை ஏவு கணைகள் (Missiles) இவற்றில் இம்முறை பெரிதும் பயன்படுகின்றது. ஆனால், அறிவியல் அறிஞர்கள் நவீன இராக்கெட்டினை ஒரு சிறந்த ஆய்கருவியாகப் பயன்படுத்துகின்றனர். இராக்கெட்டின் துணைகொண்டு வானொலி அமைப்பு, தொலைக் காட்சி அமைப்பு, ஒளிப்பட அமைப்பு போன்றவற்றை மிக உயரத்திற்கு அனுப்பி **மேல்வளி மண்டலத்தைத்** (Upper atmosphere) துருவி ஆராயவும், சூரியனை ஆராயவும் மனிதனால் இயலும். அவன் பூமியின் துணைக்கோள்களைப் படைத்து அவற்றைக்கொண்டு **வெளிப்பரப்பிலும்** (Outer space) தன்னுடைய ஆராய்ச்சியினை விரிவுபடுத்தக் கூடும்."

"பூமியைச் சுற்றியுள்ள அயனப்பாதையில் முதன் முதலாகச் செயற்கைத் துணைக்கோள் ஒன்றினை அனுப்பிய பொழுதுதான் முன்னுக்குத் தள்ளும் இராக்கெட்டின் உந்துவிசையின் முழு ஆற்றலையும் திறனையும் அறிவியலறிஞர்கள் அறிந்தனர். அமெரிக்காவில் விமானத்தில் பிரயாணம் செய்த ஒருவர் விமானத்தில் ஏறினபொழுது தான் இரஷ்யர்கள் [1]**'ஸ்புட்னிக்'** (Sputnik) என்ற துணைக்

1. **'ஸ்புட்னிக்'** என்ற இரஷ்யச் சொல்லுக்கு **'உடன்-செல்லும் பிரயாணி'** (Fellow-traveller) என்பது பொருள்.

கோளினை வான்வெளியில் அனுப்பினர். அந்தப் பிரயாணி அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளின் ஒரு கோடியிலிருந்து பிறிதொரு கோடிக்கு விமானத்தில் பிரயாணம் செய்து முடிப்பதற்குள் 'ஸ்புட்னிக்' பூமியை ஆறு தடவைகள் சுற்றி வந்துவிட்டது."

"இன்று நாம் வாழும் உலகம் மிகச் சிறிதாகிவிட்டது. மிக விரைவில் இவ்வுலகிலுள்ள எல்லா இடங்களையும் ஒருசில நிமிடங்களில் அடைந்து விடலாம். இனி இவ்வுலகில் விமானங்களாலோ அன்றி ஏவுகணைகளாலோ தாக்கப்பெருத இடங்களே இரா. அந்த இடங்கள் எவ்வளவு தொலைவிலிருந்தாலும், மாபெருங் கடல்கள் அவற்றின் இடையே இருப்பினும், அவ்விடங்களுக்குப் பாதுகாப்பு இருக்கும் என்று சொல்வதற்கில்லை."

"**ஸ்புட்னிக், எக்ஸ்புளோரர், வேன்கார்டு** போன்ற செயற்கைத் துணைக்கோள்களைப்பற்றிய பகட்டும் மருட்சியும் குறைந்துகொண்டு வருகின்றன என்பது உண்மைதான். பொதுமக்களுக்கு இவை 'பத்தாம் பசலி'களாகி வருகின்றன. அதனுல்தான் செய்தித்தாள்களிலும் இதைப் பற்றிய செய்திகள் எங்கோ ஒரு மூலையில் இடம்பெறுகின்றன. ஆனுல், அறிவியலறிஞர்களுக்கு ஒவ்வொரு சோதனையும் புதிய புதிய அனுபவங்களைத் தருகின்றன; புதிய புதிய உண்மைகளைக் காட்டுகின்றன. இன்று மனிதனே வான்வெளிப் பயணத்தை மேற்கொண்டு பாதுகாப்புடன் திரும்பிவிட்டான்."

"வளி மண்டலத்திற்கு அப்பாலுள்ள வெளிப்பரப்பில் மனிதன் பறந்தபொழுதுதான் இராக்கெட்டு உந்து விசையின் திறன்களையெல்லாம் அவன் உணர்ந்து வருகின்முன். இதிலுள்ள தத்துவ உண்மைகள் அளவிட முடியாதவை.

இனி, மனிதன் பூமியுடன் பிணைக்கப்பெற்றிருப்பான் என்று கூறவும் முடியாது. எந்த நேரத்திலும் அவன் பூமியி னின்றும் விடுபடலாம். இதற்கு வேண்டியதெல்லாம் மனவுறுதி மட்டிலுமே. இந்த மனவுறுதியினை மட்டிலும் அவன் அடைந்துவிட்டால், பல்வேறு அருஞ்செயல்கள் ஒன்றன்பின் ஒன்றாகத் தொடர்ந்து நடைபெறும். அமெரிக்க ஐக்கியநாடுகளும், சோவியத் யூனியனும் இத்துறையில் அளவற்ற ஊக்கம் காட்டி வருகின்றன."

"இராக்கெட்டு விமானிகள் (Astronauts) பயிற்சிதரப் பெறுகின்றனர். மனிதன் மேலே செல்லுவதற்கு வேண்டிய பொறி நுட்ப அமைப்புக்கள் ஆயத்தமாகி வருகின்றன. அவன் தங்குவதற்கு வேண்டிய **மேலுறைகள்** (Capsules) தக்கவாறு அமைக்கப்பெற்று வருகின்றன. இத்துறை பற்றிய எண்ணற்ற நுட்பச் செயல்கள் யாவும் முறையாகக் கவனிக்கப்பெறுகின்றன."

"இறுதியில் இரஷ்யாதான் ஒரு மனிதரை வான் வெளிப் பயணத்தில் அனுப்புவதாக அறிவித்தது. 1961 ஆம் ஆண்டு ஏப்ரல் 12 ஆம் நாள் **யூரி காக்கரின்** (Yuri Gagarin) என்பார் முதன் முதலாக வான மண்டலத்தில் நுழைந்து வெற்றியுடன் திரும்பினார். வானவெளி எல்லை கடந்தாய் விட்டது! சோவியத் அருஞ்செயலைத் தொடர்ந்து அமெரிக்காவும் ஒரு மனிதரை அனுப்புவதாக அறிவித்தது. அதே யாண்டு மேத் திங்கள் 5ஆம் நாள் தளபதி **ஆலன் பி. ஷெப்பார்டு** (Commander Alen B. Shepard) என்பார் 115 மைல்வரை உயரத்தில் சென்று இவ்வுலகைச் சுற்றினார். இரண்டு மாதங்கள் கழிந்ததும் காப்டன் **வி. ஐ. கிரிஸ்ஸம்** (Captain V. I. Grissom) என்பார் ஷெப்பார்டு செய்த துணிகரச் செயலையே திரும்பவும் செய்து காட்டினார்."

"குமணு, அடுத்தபடியாக நீ கல்லூரியில் நுழையப் போகின்ருய். நீ அறிவியல் பாடங்களை விருப்பப் பாடங்களாக எடுத்துப் படிக்கவேண்டும். ஆங்கிலத்தில் எளிய முறையில் வெளியிடப்பெறும் அரிய அறிவியல் நூல்களைப் பயில வேண்டும். நமது நாட்டின் முன்னேற்றம் பற்றிய ஆக்க வேலைகளில் நீ பெரும்பங்கு கொள்ளவேண்டும்."

இங்ஙனம் தந்தை ஒரு சிறு சொற்பொழிவே நிகழ்த்தித் தம் செல்வர்கட்கு அறிவியல் துறையில் ஊக்கம் ஊட்டினர்.

2. சர் ஐசாக் நியூட்டன்

சர் ஐசாக் நியூட்டன் (கி. பி. 1642 - 1727) ஒரு புகழ் பெற்ற ஆங்கில அறிவியலறிஞர்; கணித மேதை. சிறு வயதிலேயே பள்ளிப் பாடங்களைப் படிப்பதை விடப் புதிய புதிய கருவிகளை அமைப்பதில் ஆர்வ முடனிருந்தார். சிறுவனாக இருந்த போதே கோதுமை போன்ற தானியங்களை அரைக்கக் கூடிய காற்றாலையையும், நீர்க்கடிகாரத்தையும் நிழற் கடிகாரத்தையும் அமைத்துப் புகழ் பெற்றார்.

இத்தகைய மேதையின் வாழ்க்கையில் பல சுவையான நிகழ்ச்சிகள் உள்ளன. அவற்றுள் ஒன்று: அவர் இரண்டு பூனைகளை வளர்த்து வந்தார். ஒன்று தாய்ப்பூனை; மற்றொன்று அதன் சேய். அந்த இரண்டு பூனைகளும் அவர் உண்ணும் பொழுதும் உறங்கும்பொழுதும் அவருடனேயே இருக்கும் பழக்க முடையவை. அவ்வளவு அன்பாக அவற்றை வளர்த்து வந்தார் அவர்.

படம் 2: சர் ஐசாக் நியூட்டன்

இரவில் அந்த அறிஞர் உறங்கும்பொழுது பூனைகளும் அவருடைய கட்டிலின் அருகிலேயே படுத்துக் கொள்ளும். இரவில் அவர் அயர்ந்து உறங்கும் பொழுது அறைக் கதவுகளைத் தாளிட்டு விடுவது வழக்கம். பூனைகள் வெளியில் செல்ல முடியாமல் பேரொலியினை விளைவித்து அவரது உறக்கத்தைக் கலைத்தன. இஃது அவ

ருக்குப் பெருந்தொல்லையாக இருந்தாலும், அவருக்குப் பூனைகளைப் பிரிந்திருக்க மனம் வரவில்லை.

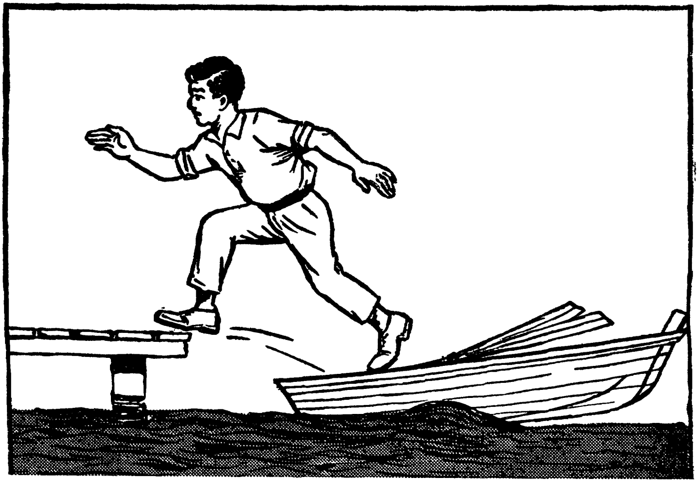
தாம் உறங்கும் பொழுது, "கதவுகளும் தாளிடப்பெற்றிருத்தல் வேண்டும்; பூனைகளும் தம்முடன் இருத்தல் வேண்டும். தம் உறக்கமும் கலையக் கூடாது; பூனைகளும் தம் விருப்பம் போல் வெளியில் சென்று திரும்பி வரவேண்டும். இவற்றிற்கு ஒரு வழிவகை அமைக்க வேண்டும்" என்று அவர் சிந்தித்தார். இறுதியில் ஒரு தச்சனை வருவித்துத் தம்முடைய அறைக்கதவில் பெரிய பூனை செல்வதற்கு ஒரு பெரிய துளையும், அதன் குட்டிப் பூனை செல்வதற்கு ஒரு சிறிய துளையும் ஆக இரண்டு துளைகளை இடும்படி தச்சனிடம் சொன்னார். அதைக் கேட்ட தச்சன், "ஐயன்மீர், பெரிய பூனை செல்லும் பெரிய துளையின் வழியாகவே அதன் குட்டியும் சென்று விடுமே! இரண்டு துளைகள் தேவை இல்லை; ஒன்றே போதும்" என்றான். தச்சனின் அறிவை மெச்சி அவனுக்குச் சன்மானம் வழங்கினார் அறிஞர் நியூட்டன். இச்சிறு நிகழ்ச்சியில் தம் அறிவு சரியாகச் செயற்படவில்லையே என்று அவர் எண்ணி ஏங்கினார்.

இந்த அறிஞர் 1672 இல் தாம் கண்டறிந்த **கவர்ச்சி விதியை** (Law of Gravitation) விளக்கினார்; இந்த அகிலத்திலுள்ள பொருள்கள் யாவும் பிற பொருள்களைக் கவர்ந்து நிற்கின்றன. இவ்வாறு கவர்ந்து நிற்கும் விசையை நியூட்டன் **ஈர்ப்பு ஆற்றல்** (Gravity) என வழங்கினார். இந்த ஈர்ப்பு ஆற்றல் கவர்ந்து நிற்கும் இரு பொருள்களின் பொருண்மைகளின் (Masses) பெருக்கற் பலனுக்கு (Product) நேர் விகித சமப் பொருத்தத்திலும், அவற்றின் இடையிலுள்ள தூரத்தின் வர்க்கத்திற்குத் (Square) தலைகீழ் விகித சமப் பொருத்தத்திலும் உள்ளது என்று எடுத்துக்காட்டினார்.

இதனைச் சிறிது எளிமையாக விளக்குவோம். பூமியின் ஈர்ப்பு ஆற்றலின் விசையே பொருள்களின் **எடை** (Weight) ஆகும். ஒருவரின் எடை 100 இராத்தல்களாக இருந்தால் அவர் பூமியின் மையத்தை நோக்கி 100 இராத்தல் விசையுடன் இழுக்கப்பெறுகின்றார். அவரும் பூமியை 100 இராத்தல் விசையுடன் இழுத்தவண்ணமிருக்கின்றார்; ஆனால் இந்த இழுப்புவிசையைச் சரியாகக் கவனித்து அறிய முடிவதில்லை. பூமி, ஏனைய கோள்கள், சந்திரன், சூரியன் போன்ற பெரிய பொருள்கட்குப் பெரிய இழுவிசை உண்டு. இரண்டு பொருள்கட்கும் இடையே உள்ள தூரம் இரு மடங்கானால், ஈர்ப்பு ஆற்றலின் விசை $\frac{1}{4}$ மடங்கு $\left(\text{அஃதாவது } \frac{1}{2^2}\right)$ உள்ளது. இந்த இடைத் தூரம் 3 மடங்கு அதிகரிப்பின் கவர்ச்சி இழுப்பும் $\frac{1}{9}$ $\left(\text{அஃதாவது} \frac{1}{3^2}\right)$ பங்கு ஆகும். இடைத் தூரம் அதிகரித்துக் கொண்டே சென்றால் ஈர்ப்பு ஆற்றலின் விசையும் குறைந்து கொண்டே போகும். பூமியின் குறுக்கு விட்டம் பூமியின் நடுக்கோட்டில் (Equator) அது தென் துருவத்திலிருப்பதைவிடக் கிட்டத்தட்ட 27 மைல் அதிகமிருப்பதால், ஒரு பொருளின் எடை பூமியின் நடுக்கோட்டிலிருப்பதைவிடத் தென் துருவத்தில் அதிகமாக இருக்கும்.

கி. பி. 1687 இல் நியூட்டன் தம்முடைய புகழ் பெற்ற மூன்று இயக்கவிதிகளை (Laws of Motion) வெளியிட்டார். அவற்றுள் மூன்றாவது: "ஒவ்வோர் **இயக்கத்திற்கும்** (Action) அதற்குச் சமமான, எதிரான **எதிரியக்கத்திற்கும்** (Reaction) உண்டு" என்பது. இதைச் சிறிது விளக்குவோம். படகில் பிரயாணம் செய்பவர் படகு ஆற்றின் கரையை அடைந்ததும் அவர் படகிலிருந்து கரைக்குத் தாண்டுகின்றார் உற்சாகமாக. அவர் தம் முன் காலினை வளைத்துத் தம் உடலை முன்

நோக்கித் தள்ளிக் கரையை அடைய முயல்கின்றார். இவ்வாறு முன் நோக்கித் தள்ளும் விசைதான் நியூட்டன் குறிப்பிடும் இயக்கம்' என்பது. அவருடைய பின் காலினால் படகிற்குத் தரும் விசைதான் படகினைக் கரையினின்றும் பின்னோக்கித் தள்ளுவது; இந்த விசையே நியூட்டன் குறிப்பிடும் 'எதிரியக்கம்' என்பது. இஃது உடலை முன்னோக்கித் தள்ளும்

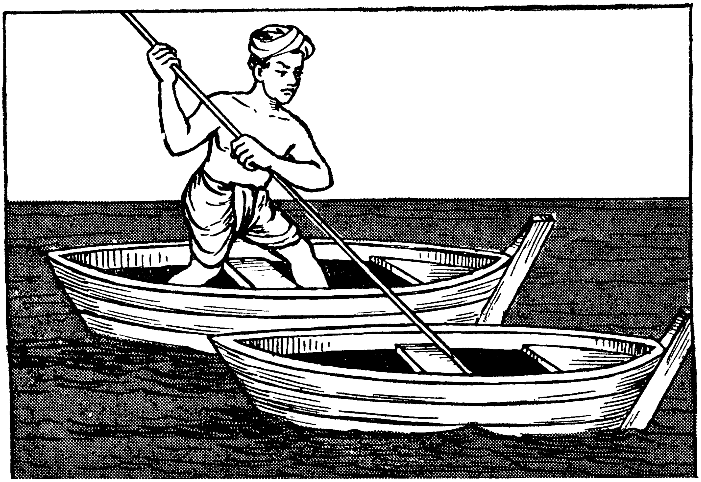


படம் 3: படகிலிருந்து ஆற்றின் கரைக்குத் தாண்டுவதைக் காட்டுவது.

விசைக்குச் சமமாகவும், ஆனால் அந்த விசைக்கு எதிராகவும் இருக்கும். இதனால்தான் படகு பின்னோக்கி நகரவே அவர் 'தாண்டிக் குதிக்க' நேரிடுகின்றது.

இதனை இன்னோர் எடுத்துக்காட்டால் விளக்குவோம்: ஆற்றோரத்தில் ஆளில்லாத இரண்டு படகுகள் உள்ளன. படகுக்காரன் ஒருவன் ஒரு படகில் நின்று கொண்டு படகு வலிக்கும் கோலினைக் கொண்டு மற்றொரு படகினைத் தள்ளு

கின்றான். நாம் கரையில் நின்று கொண்டு பார்த்தால் இரண்டு படகுகளும் எதிர்த்திசைகளில் சமதூரத்திற்கு நகருவதைக் காணலாம். படகுக்காரன் அடுத்த படகு நகரும் பொருட்டுத்



படம் 4: படகுக்காரன் ஒரு படகில் நின்று கொண்டு மற்றொரு படகினைத் தள்ளுவதைக் காட்டுவது

தரும் விசைக்குச் சமமான விசையினை இவனுக்கு அந்தப் படகு தருவதால் இவன் நிற்கும் படகும் பின்னோக்கி நகர்கின்றது.

சர் ஐசாக் நியூட்டன் கண்டறிந்த கவர்ச்சி விதி, இயக்க விதி இவற்றின் அடிப்படையில்தான் இராக்கெட்டுகள், செயற்கைச் சந்திரன்கள், வானக் கப்பல்கள் முதலியவை அமைந்துள்ளன. இவற்றை மேலே காண்போம்.

3. இராக்கெட்டின் கதை

இராக்கெட்டைப்பற்றி அறிந்து கொள்ளும் நாம் அதன் வரலாற்றையும் அறிந்து கொள்ளுதல் பொருத்த மாகும். 13 ஆம் நூற்றுண்டில் சீனர்கள்தாம் முதன்முதலாக இராக்கெட்டுகளைக் கண்டறிந்ததாக நம்பப்பெறுகின்றது. வெடிமருந்துகளைப்பற்றி அவர்கள் நன்கு அறிந்திருந் தனர். கி. பி. 1232 இல் அவர்கட்கும் மங்கோலியர்கட்கும் நடைபெற்ற போரில் இராக்கெட்டுகளை "நெருப்பு அம்புக ளாகப்" பயன்படுத்தினர். அதன் பிறகு நீண்டகாலம்வரை இராக்கெட்டுகள் வாண வேடிக்கைக்காகவே பயன்படுத்தப் பெற்றன. 'சீன வெடி' என்று கேள்வியுற்றிருக்கின்றோம் அல்லவா? **'சீறு வாணம்'** என இன்று வழங்கப்பெறும் இராக்கெட்டும் சீனர்களுடையதுதான்.

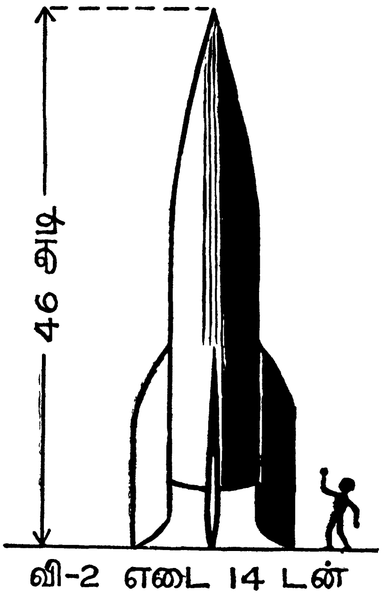
கி. பி. 1782 இல் மைசூர் மாநிலத்தைச் சேர்ந்த சீரங்கப் பட்டினத்தில் **திப்பு சுல்தானுக்கும்** ஆங்கில கவர்னர் ஜெனர லாக இருந்த **கார்ன் வாலிசு** பிரபுக்கும் ஒரு பெரும்போர் நிகழ்ந்தது. இந்தப் போரில் திப்பு சுல்தான் இராக்கெட்டு களைப் பயன்படுத்தியதாக வரலாறு கூறுகின்றது. பீரங்கி களும் துப்பாக்கிகளும் போர்க் கருவிகளாக அமைந்த பிறகு இராக்கெட்டுகளைப்பற்றி மக்கள் மறந்தே போயினர். ஒவ்வொன்றும் 12 இராத்தல் எடையுள்ளதும் சுமார், அரை மைல் எல்லைவரை செல்லக் கூடியதுமான இராக்கெட்டு களைப் பயன்படுத்தினுர் திப்பு சுல்தான். ஒரே சமயத்தில் நூற்றுக்கணக்கான இராக்கெட்டுகள் சுடப்பெற்றுத் தற்காலிக வெற்றியையும் அவர் அடைந்தார். இந்நிகழ்ச்சி இங்கிலாந்தில் இராக்கெட்டு பீரங்கிப் படையைப்பற்றிய அக்கறையைத் தூண்டியிருக்கலாம். சற்றேறக்குறைய

1800 இல் **சர். வில்லியம் கான்கிரேவ்** என்பார் இங்கிலாந்தில் படைத்துறைக்குரிய இராக்கெட்டினை உருவாக்கினர். இது 5800 அடி தூரம் செல்லக்கூடியது. நெப்போலியனுடன் ஆங்கிலேயர்கள் போர் புரிந்த காலத்தில் இந்த இராக்கெட்டு பயன்படுத்தப்பெற்றது.

அதன் பிறகு சுமார் நூறுண்டு காலம்வரை இராக் கெட்டுக்களைப்பற்றி அறிவியலறிஞர்கள் தீவிரமாகச் சிந்திக்கலாயினர். பல ஆராய்ச்சிக் கட்டுரைகளும் நூல் களும் இத்துறையில் வெளிவரலாயின. முதலாவது உலகப் பெரும் போர் நடைபெற்ற காலத்தில் (1914—1918) அமெரிக்காவில் கிளார்க் பல்கலைக் கழகத்தைச் சார்ந்த டாக்டர் **ராபர்ட் எச். கோடார்டு** என்ற அறிவியலறிஞர் இத் துறையில் அதிகக் கவனத்தைச் செலுத்தி உழைத்து வந்தார். அதன் பிறகு சுமார் 20 ஆண்டுக் காலத்தில் இத்துறையில் மிகுதியான ஆராய்ச்சி நடைபெற்றது. இராக்கெட்டுகள் வரவரப் பெரிதாக வளர்ச்சி பெறலாயின; அவற்றின் வேகமும் அதிகரிக்கத் தொடங்கின. அவை மேலும்மேலும் வானத்தில் பறந்து சென்று வான்வெளியை ஆராய்வ தற்குத் துணைபுரிந்தன. என்றாவது ஒருநாள் இச்சாதனம் சந்திரனுக்கும் அதற்கப்பாலுள்ள கோள்கட்கும் மக்களை ஏற்றிச் செல்வதற்கும் பயன்படும் என்று ஒரு சில சிந்தனை யாளர்கள் கூறிவந்தனர்.

கி. பி. 1939 இல் இரண்டாம் உலகப் பெரும்போர் தொடங்கியது. வான்வெளிப் பயணம்பற்றிய கனவு கீழ்த் தரமான போக்கில் செயற்படத் தொடங்கியது. இராக் கெட்டுகள் வெடிப்பொருள்களால் நிரப்பப்பெற்று நீண்ட தூரங்களுக்கு அனுப்பப்பெற்று அழிவு வேலைகட்குப் பயன்படுத்தப்பெற்றன. 46 அடி நீளமுள்ளனவும் 14

டன் கனமுள்ளனவுமான "வி—2" இராக்கெட்டுகள் செருமெனியிலிருந்து உருமிக்கொண்டு கிளம்பின. ஏறக் குறைய மணிக்கு 3,000 மைலுக்கு மேல் வேகமாகச் செல்லும் இவைகள் இங்கிலாந்தின்மீது விழுங்கால் அச்சந் தரும் ஆயுதங்களாக அமைந்தன. ஆனால், இங்கிலாந்திற்கு



படம் 5 : வி-2. இராக்கெட்டு

நல்ல காலம். இந்த இராக்கெட்டுகள் யாவும் மிகச் சரியாக அமையவில்லை; அவற்றிலுள்ள கட்டுப்படுத்தும் அமைப்பு கள் அவற்றைத் திட்டமிட்ட இலக்குகட்குக் கொண்டு செல்லவில்லை. ஆகவே, பெரும்பான்மையான இராக்கெட்டு கள் யாதொரு சேதத்தையும் விளைவியாமல் ஆங்கிலக்

கால்வாயிலோ அல்லது வெறும் நிலத்திலோ வீழ்ந்து விட்டன.

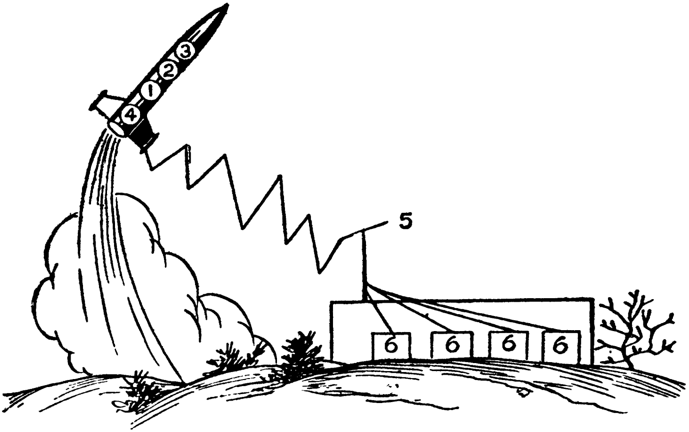
செருமெனியில் சுமார் எட்டு ஆண்டுகள் நடைபெற்ற ஆராய்ச்சிக்குப் பின்னரே 1942 ஆம் ஆண்டில் வி—2 இராக்கெட்டு கண்டுபிடிக்கப்பெற்றது. இதன் உயரம் 46 அடி; அதன் விட்டம் 5 அடி 5 அங்குலம். எடை 14 டன். முதன் முதலாக இதனை பால்ட்டிக் கடற்கரையிலுள்ள **பீனேமுண்டே (Peenemunde)** என்ற இடத்திலுள்ள ஒரு பெரிய வட்டமான மேடையின்மீது நிறுத்தினர். சோதனை நாளன்று ஆய்வாளர்கள் சுறுசுறுப்பாகத் தம் செயல்களைக் கவனித்தனர். பணியாளர்கள் யாவரும் சோதனைப் புலத்தினின்றும் தொலைவில் நின்று கொண்டு கவனித்தனர். இராக்கெட்டைச் செலுத்துபவர்கள் தகுந்த பாதுகாப்பான இடங்களில் தங்கினர். இராக்கெட்டைச் செலுத்துவதற்குரிய சைகைக் குறிப்பு அளிக்கப்பெற்றதும் இராக்கெட்டு அதிக தூரத்திற்கு நெருப்பினைக் கக்கிக்கொண்டு கிளம்பியது. வானத்தில் சிறிது தூரம் கிளம்பியபின் திடீரென்று திசை மாறிப் பாய்ந்து பால்டிக் கடலில் ‘பல்ட்டி’ அடித்துக் கொண்டு விழுந்தது! இம் முயற்சி அறிவியலறிஞர்கட்குப் பெருத்த ஏமாற்றத்தை அளித்தது. அதன்பிறகு இரண்டாவது தடவையாக மேற்கொள்ளப்பெற்ற வி—2 இராக்கெட்டுச் சோதனையும் வெற்றியடையவில்லை. மூன்றும் தடவையாக 1944 ஆம் ஆண்டு அக்டோபர் 2 ஆம் நாள் நடைபெற்ற சோதனை வெற்றி பெற்றது. அப்பொழுது இராக்கெட்டு மணிக்குச் சுமார் 3000 மைல் வேகத்தை எட்டியது; சுமார் 100 மைலுக்குமேல் பிரயாணமும் செய்தது.

ஆனால் மிகப் பெரிய, மிகச் சரியான, மிகவும் அதிகமான நாசத்தை விளைவிக்கக்கூடிய இராக்கெட்டு ஆயுதங்கள்

திட்டமிடப்பெற்றிருந்தன. இங்கிலையில் போர் முடிவு பெற்றது. செருமெனி 1945 இல் இரண்டாவது உலகப் பெரும்போரில் தோல்வியுற்றதும் பீனேமுண்டே (Peene-munde) இராக்கெட்டுச் சோதனைகளும் முடிவுக்கு வந்தன. இவ் ஆராய்ச்சிகளைக் கண்டு பிறநாடுகள் வியப்பு எய்தின. இங்கு ஆய்வுகளில் பங்குபெற்ற அறிவியலறிஞர்களும் பொறியியல் வல்லுநர்களும் நாலா திசைகளிலும் பிரிந்து சென்றனர். சிலர் இரஷ்யாவிற்கும், சிலர் ஃபிரான்ஸிற்கும், மற்றும் சிலர் இங்கிலாந்திற்கும் சென்றனர். முக்கிய மானவர்களில் சிலர் அமெரிக்காவை அடைந்தனர்.

இதன்பிறகு இராக்கெட்டு ஆராய்ச்சிக்கு அமெரிக்கா நிலைக்களமாக அமைந்தது. இரஷ்யர்களும் இத்துறையில் தீவிரமாக ஆராய்ச்சிகளை மேற்கொண்டு வருகின்றனர். இங்கிலாந்து, ஃபிரான்ஸ் போன்ற நாடுகளும் இத்துறை ஆராய்ச்சியில் ஈடுபட்டு வருகின்றன. இவற்றுள் அமெரிக்காவில் மெக்ஸிகோ பாலைவனத்தில் **வெள்ளை மணல் வெளியில்** (White Sands) நடைபெறும் ஆராய்ச்சி குறிப்பிடத்தக்கது. வாழ்வதற்குப் பயனற்ற இப்பகுதி 125 மைல் நீளமும் 41 மைல் அகலமும் உள்ளது. இந்த இடத்தில் நல்ல பருவ நிலையும் அமைந்துள்ளது. இங்கிருந்து இராக்கெட்டு செல்லுவதைச் சுமார் 100 மைல் எல்லைவரை நன்கு காணுதல் கூடும். இந்நிலப் பகுதி முழுவதிலும் உற்று நோக்கிப் பரிசீலிக்கும் நிலையங்களும், **தொலை ஒலிப்பான்** (Tele matering), **இராடார்** (Radar) இவற்றின் பொறியமைப்புக் களும் பிறவும் உள்ளன. இந்த இடத்திலிருந்துகொண்டு இராக்கெட்டுகள் செல்வதைக் கவனிப்பதுடன் பல வகையான தகவல்களை வானொலி மூலம் சேகரிக்கவும் இங்கு வசதிகள் உள்ளன.

காங்கிரீட்டு தளங்களும், இராக்கெட்டுகளைச் செலுத்துவதற்கு ஏற்ற மிகப் பெரிய நிலையங்களும் உள்ளன. இராக்கெட்டுகள் எதிர்பாராத வண்ணம் போக்குமாறிச் சென்று நொறுங்கி விழுந்தாலும் இக்கட்டடம் தாங்கக்கூடிய உறுதியுடன் கட்டப்பெற்றுள்ளது. கட்டடத்தின் கூரை மட்டும் 25 அடி கனமுள்ளது; சுவர்கள் 10 அடி கன



படம் 6 : இராக்கெட்டில் அமைக்கப்பெற்றுள்ள கருவிகளினின்றும் தகவல்கள் ஏற்புக் கருவிகளை அடைதல்

முள்ளன. இக்கட்டடத்தில் புருக்கூடு போன்ற அறைகளி லிருந்துகொண்டு சோதனைகளை நன்முறையில் கவனிக்கலாம். 8 அங்குல கனமுள்ள கண்ணாடிகள் பொருத்தப்பெற்றுள்ளன. நகரக்கூடிய பெரிய எஃகு ஏணி ஒன்று இங்குள்ளது. இதிலிருந்துகொண்டு பணியாளர்களும் ஆய்வாளர்களும் இராக்கெட்டை அமைப்பதற்கான செயல்களைக் கவனித்து வருகின்றனர்.

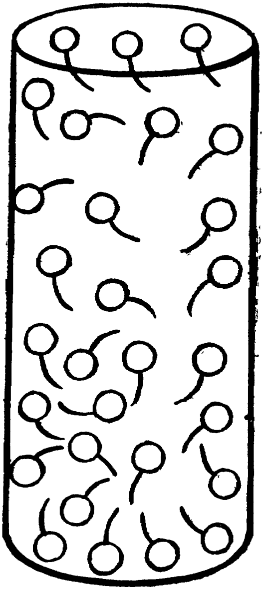
4. இராக்கெட்டின் இயக்கம்

'**இராக்கெட்டு**' என்றால் என்ன? இது சீறு வாணத்தின் தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு செய்யப்பெற்ற ஒரு கருவி. இது **தானியங்கி** (Automobile) அல்லது வானஊர்தியின் பொறிபோன்ற ஒருவகை **உள்ளெரி பொறி** (Internal combustion engine) ஆகும். ஆனால், இது ஒரு வகையில் இவற்றினின்றும் வேறுபடுகின்றது. இது தனக்குத் தேவையான ஆக்ஸிஜனைத் தானே சுமந்து செல்லுகின்றது; மற்றவை தமக்கு வேண்டிய ஆக்ஸிஜனைக் காற்றினின்றும் பெறுகின்றன.

இனி, இராக்கெட்டு எவ்வாறு இயங்குகின்றது என்பதைக் காண்போம். சீறுவாணம்போல் சரேலெனப் பாய்ந்து அது உயரச் செல்லுவதனால்தான் 'இராக்கெட்டு' எனப் பெயர் பெற்றது. இராக்கெட்டில் உண்டாகும் **உந்து விசை** (Thrust) அதனை முன்னுக்குத் தள்ளுகின்றது. இந்த விசை, 'ஒவ்வோர் இயக்கத்திற்கும் அதற்குச் சமமான எதிரியக்கமும் உண்டு' என்ற நியூட்டன் விதியினால் உண்டாகின்றது. இதனை மேலும் விளக்குவோம்.

படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு மூடியுள்ள ஓர் உருளை மிகவும் அழுத்தி நெருக்கப்பெற்றுள்ள காற்றால் (Compressed air) நிரப்பப்பெற்றுள்ளது. காற்றின் **மூலக் கூறுகள்** (Molecules) எல்லாப் பக்கங்களையும், இரண்டு கோடிகளையும் தாக்குகின்றன. ஒவ்வொரு கோடியையும் ஒரேவித எண்ணிக்கையுள்ள காற்றின் மூலக்கூறுகள் தாக்குவதனால் உருளையிடம் அசைவதற்கான போக்கே இல்லை.

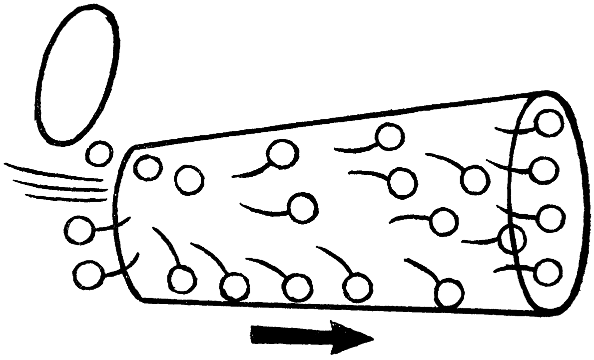
எனினும், திடீரென்று உருளையின் ஒருபக்க மூடியினை அகற்றினால் உருளைக்கு நகரும் போக்கு உண்டாகின்றது. இந்த நகர்ச்சி உருளையின் மூடியுள்ள கோடியை நோக்கி ஏற்படுகின்றது. இதற்குக் காரணம் என்ன? காற்றின்



படம் 7: காற்றின் மூலக்கூறுகள் உருளையின் எல்லாப் புறங்களிலும் மோதித் தாக்குவதைக் காட்டுவது

மூலக்கூறுகள் திறந்த கோடியில் முட்டி மோதித் தள்ளுவ தில்லை. ஆனால், அவை ஒருகணம் இன்னும் மூடியுள்ள கோடியில் தாக்கிக்கொண்டுள்ளன. இக்காரணத்தால் உருளை அப்பக்கத்தை நோக்கி நகர்கின்றது. அஃதாவது, உருளையின் கோடியில் ஏற்படும் காற்றின் மூலக் கூறுகளின் **இயக்கம்** அவ்வுருளையின் நகர்ச்சியாகிய **எதிரியக்கத்தினை** உண் டாக்குகின்றது.

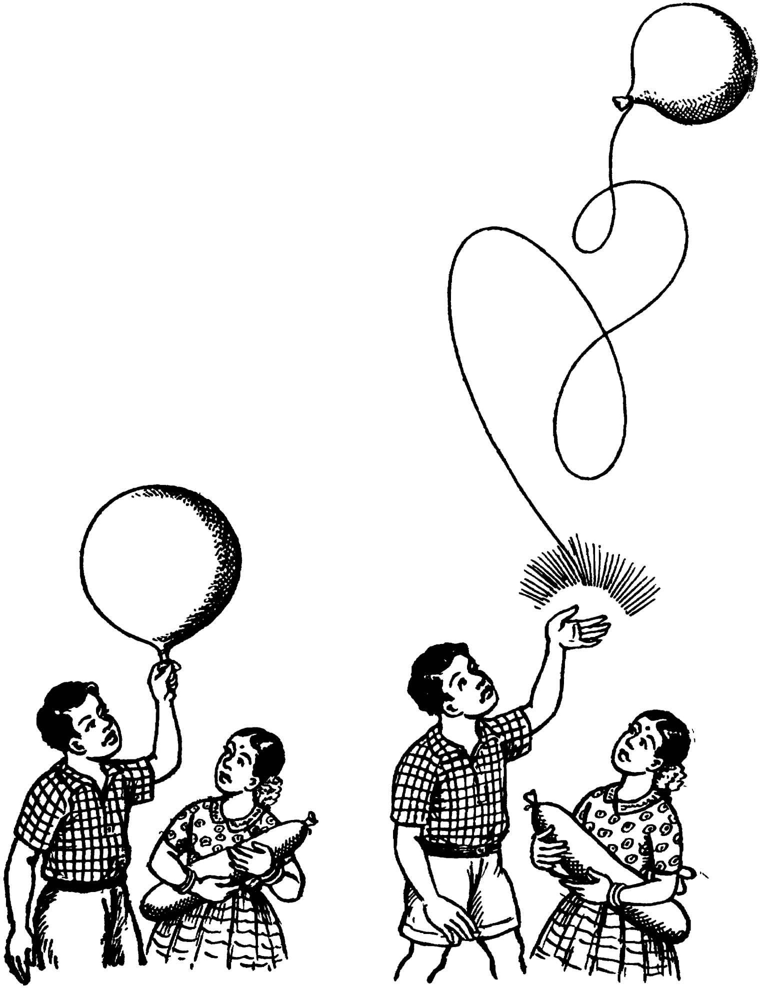
நடைமுறையில் உண்டாவது இதுதான்: காற்று மிக விரைவாக வெளியேறுவதால் உருளையின் நகர்ச்சி மிகக் குறைவாகவே இருக்கும். ஆனல், உருளையின் உட்புறம் மிக அதிகமான அமுக்கத்தை நிலைபெறச் செய்ய முடியுமாயின், உருளையின் மூடியுள்ள கோடியிலுள்ள காற்றின் மூலக்கூறுகளின் இயக்கத்தால் உருளை தொடர்ந்தாற்போல் நகரும் நிலையில் இருக்கும். இதுதான் இராக்கெட்டுப் பொறி



படம் 8: உருளை அம்புக்குறி காட்டும் பக்கமாக நகர்கின்றது

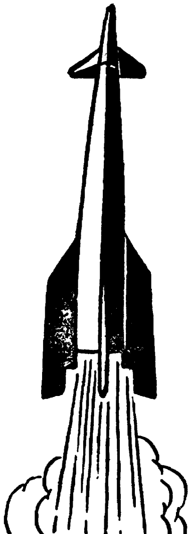
யில் நடைபெறுகின்றது. அதிக அமுக்கம் நிலைபெறச் செய்வதற்காக எரிபொருள் எரிக்கப்பெறுகின்றது. அதன் விளைவாக வலிவான தள்ளுதல் அல்லது உந்து விசை உண்டாகின்றது.

சிறுவர்கள் பலூன்களை ஊதி உப்பச்செய்து திடீரென்று மேல்நோக்கி விட்டெறிவதைப் பார்த்திருப்பீர்களல்லவா ? அப்போது அறையில் பலூன் சுற்றிச்சுற்றிப் பறந்து செல்லுகின்றது. பலூனை உப்பச் செய்வதற்குச் செலுத்தப்பெற்ற ஏராளமான காற்று அதனைத் திறந்து



படம் 9 : சிறுவர்கள் பலூன்களை உப்பச் செய்து விட்டெறிகின்றனர்

விடுங்கால் அது வேகமாகத் தள்ளிக்கொண்டு வெளிவரு கின்றது. இங்ஙனம் வேகமாகத் தள்ளிக்கொண்டு வெளி வரும் காற்றின் விசை பலூனை அறையில் சுற்றிச்சுற்றிப் பறக்கச் செய்கின்றது. இந்த முறையில்தான் இராக் கெட்டும் மேலெழும்பிச் செல்லுகின்றது.



படம் 10 : இராக்கெட்டு மேலெழும்பிச் செல்லுதல்

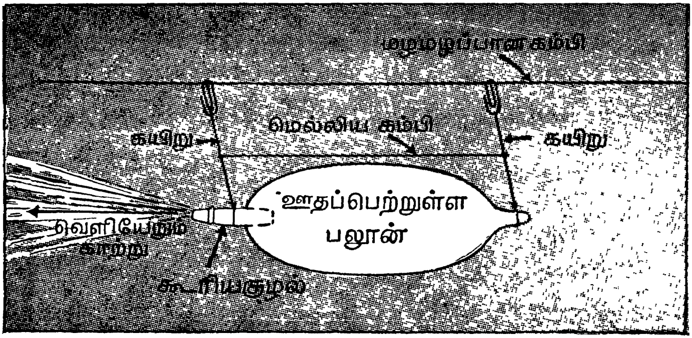
இராக்கெட்டின் வால்பக்கமாக வாயுக்கள் வேகமாக வெளி வருவதால் அது வேகமாக மேலெழும்பிச் செல்ல முடிகின்றது. பலூனை மேலே பறந்து செல்ல அனுப்பு வதற்குக் காற்று பயன்படுத்தப்பெற்றது. காற்று பல வாயுக்களாலானது என்பதை நாம் அறிவோம். ஆனால், இராக்கெட்டில் காற்று பயன்படுத்தப்பெறுவதில்லை.

இராக்கெட்டுகள் தாமாகவே வாயுக்களை உண்டாக்கிக் கொள்ளுகின்றன; இந்த வாயுக்கள் இராக்கெட்டின் உட்புறத்தில் உண்டாக்கப்பெறுகின்றன. இராக்கெட்டின் உட்புறத்தில் என்னென்ன பொருள்கள் தேவையோ அவற்றையெல்லாம் இராக்கெட்டுகள் சுமந்து செல்லுகின்றன. அஃதாவது, அதற்கு வேண்டிய எரிபொருள்கள், ஆக்ஸிஜன் முதலியவை யாவும் அவற்றினுள்ளேயே வைக்கப் பெறுகின்றன. இக் காரணத்தாலேயே அவை எங்கு வேண்டுமானாலும் செல்லமுடிகின்றது. காற்றே இல்லாத வான் வெளியிலும் அது பிரயாணம் செய்ய முடிகின்றது.

இராக்கெட்டு இயங்குவதுபற்றி மேலும் தெளிவு பெற வேண்டுமாயின் நீங்களே இச் சோதனையைச் செய்து பார்க்கலாம். படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு ஊதி உப்பச் செய்யப்பெற்ற ஒரு பலூனை அமைத்திடுக. நீட்டப்பெற்ற கம்பியில் காகித இடுக்கிகளின் துணையால் உப்பச் செய்யப்பெற்ற பலூன் தொங்கவிடப்பெற்றுள்ளது. பலூனின் குவிந்துசெல்லும் கோடிவழியாகக் காற்று வெளியேறச் செய்யப்பெறுகின்றது. இப்பொழுது காற்று வெளியேறும் எதிர்த்திசையில் பலூன் நகர்வதைக் காணலாம்.

இராக்கெட்டின் **உந்துவிசை** (Thrust) படத்தில் காட்டப் பெற்றுள்ள பொம்மைப் பலூனின் இயக்கத்தைப் போன்றதே. பலூனின் உட்புறத்தில் அழுத்தி நெருக்கப் பெற்றுள்ள காற்று அதன் கழுத்தின் வழியாக வெளியேறுகின்றது. சமனில்லாத உள்ளமுக்கம் வெளியேறும் காற்றிற்கு எதிர்த்திசையில் பலூனைச் செலுத்துகின்றது. இங்ஙனமே, இராக்கெட்டிலும் ஆக்ஸிஜனின் எரியும் எரிபொருள்களினின்றும் உண்டாகும் சூடான வாயுக்கள் எரியும் அறையின் (Combustion chamber) சுவர்களை

அமுக்குகின்றன. தொடக்கத்தில் இந்த அமுத்தங்கள் எல்லாத்திசைகளிலும் சமநிலையில் உள்ளன. எனினும், இந்தச் சூடான வாயுக்கள் இராக்கெட்டின் பின்புறத்திலுள்ள **குழல் மூக்குகளின்** (Nozzles) வழியாக வெளியேறச் செய்யப்பெறுகின்றன. இங்ஙனம் வெளியேறும் ஒழுக்கு



படம் 11: பலூன் நகரும் திசை படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளது

உள்ளழுத்தங்களின் சமநிலையை நிலைகுலையச் செய்கின்றது; உள்ளழுத்தங்கள் இராக்கெட்டை முன்னேக்கித் தள்ளுகின்றன. உந்துவிசையும் மேலெழும்பும் திசையும் வெளியேறும் வாயுக்களின் எதிர்த்திசையில் அமைகின்றன. இச் செயல் நியூட்டனின் விதியைப் பின்பற்றியது. வெளியேறும் வாயுக்களின் பின்னோக்கிச் செல்லும் **மோதப் பாடு** (Momentum) என்பது 'இயக்கம்'; முன்னேக்கித்தள்ளும் உந்துவிசை 'அதற்குச் சமமான, எதிர்த்திசையிலுள்ள எதிரியக்கம்' ஆகும்.

இப்பொழுது இராக்கெட்டின் இயக்கம்பற்றித் தெளிவு ஏற்படுகின்றதா?

5. இராக்கெட்டின் அமைப்பு

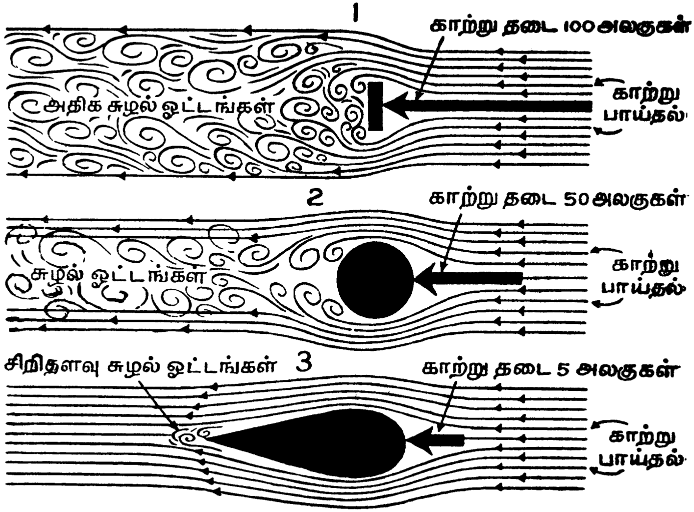
இராக்கெட்டுகள் மேலே கிளம்பிச் செல்லும்பொழுது அவை மிக விரைவாகக் காற்றினூடே செல்லுகின்றன. இதனால் ஒரு வன்மையான காற்று உண்டாகின்றது; இக் காற்று இராக்கெட்டின் வேகத்தைக் குறைக்கின்றது. ஆகவே, இராக்கெட்டு காற்றினை எளிதில் எதிர்த்துச் செல்ல வேண்டிய பொருத்தமான வடிவத்தில் அமைக்கப்பெறல் வேண்டியதாகின்றது.

இயற்கை உலகில் நாம் இத்தகைய வடிவங்களைக் காண்கின்றோம். நீரில் நீந்திச் செல்லும் மீன்கள், காற்றில் விரைவாகப் பறந்து செல்லும் பருந்துக்கள், தூக்கணாங் குருவிகள் இவற்றின் உடல்கள் முறையே நீரினாலும் காற்றினாலும் தடையேற்படாத வடிவத்தில் அமைந்துள்ளன. இவ்வாறு பொருளுக்குத் தண்ணீரினாலோ காற்றினாலோ தடை ஏற்படாதவாறு அமைத்தலை ஆங்கிலத்தில் **"ஸ்ட்ரீம் லைனிங்"** (Streamlining) என்று கூறுவர்.

அடுத்த பக்கத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ள படங்களை உற்று நோக்கினால் இத் தடை என்ன என்பதையும் அஃது எவ்வாறு நீங்குகின்றது என்பதும் தெளிவாகும். எண் 1-ஆல் குறிப்பிடப்பெற்றுள்ள ஒரு பொருளின் தட்டையான பகுதியின்மீது காற்று தாக்கும்பொழுது அப்பொருள் எதிர்த்து நிற்கவேண்டிய தடை, எண் 3-ஆல் குறிப்பிடப் பெற்றுள்ள கூரிய வடிவிலுள்ள பொருள் எதிர்த்து நிற்கவேண்டிய தடையைவிட 20 மடங்கு அதிகமாக இருப்பதைக் காண்க. உருளை வடிவமாக அமைந்துள்ளதும் எண் 2-ஆல் குறிப்பிடப்பெற்றுள்ளதுமான பொருளின் தடை (இதன் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் வட்டமாகக்

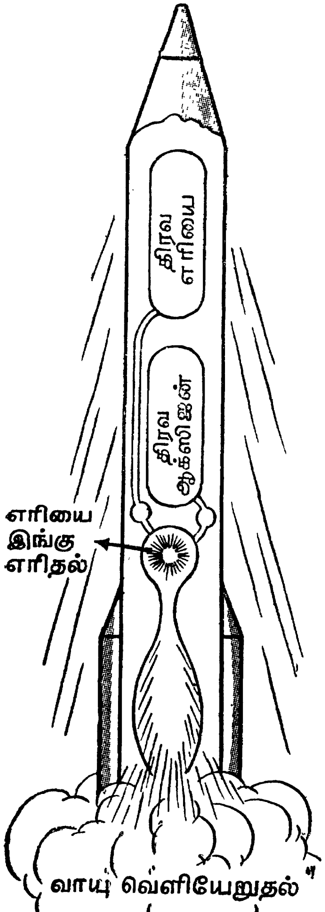
காட்டப்பெற்றுள்ளது) எண் 3-ஆல் காட்டப்பெற்றுள்ள பொருளின் தடையைப்போல் 10 மடங்கு இருப்பதையும் கவனித்திடுக.

எனவே, பொருள்கள் தடையின்றிப் பறந்து செல்லுவதற்குச்—சுழலான ஓட்டங்களில்லாது (Eddy currents) செய்வதற்குப்—பொருள்களின் வடிவங்களை 'ஸ்ட்ரீம்லைனிங்'



படம் 12: 'ஸ்ட்ரீம்லைனிங்' செய்தலால் தடை நீங்குதலைக் காட்டுவது

செய்து விடல் வேண்டும். இன்று விண்வெளியில் அனுப்பப் பெறும் பெரும்பாலான இராக்கெட்டுகள் இவ்வாறு அமைக்கப்பெறுகின்றன. இராக்கெட்டின் தலைப்பகுதி கூரிய நுனியைக்கொண்டு அமைக்கப்பெறுகின்றது. இந்த அமைப்பு காற்றினைக் கிழித்துக்கொண்டு செல்வதற்கு



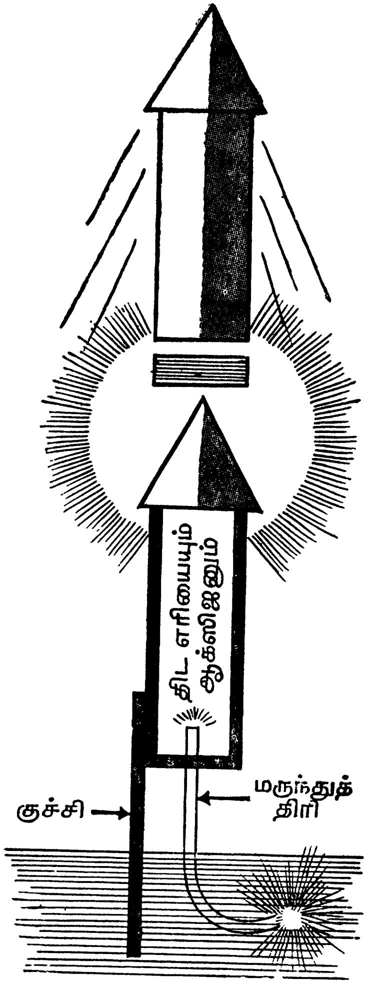
படம் 13 : மாதிரி இராக்கெட்டின் வடிவம்

எளிதாக அமைகின்றது. இராக்கெட்டின் பக்கங்கள் வழு வழுப்பாகவும் உருளை வடிவமாகவும் உள்ளன. இராக்கெட்டு செய்யப்பெறும் உலோகம் இலேசானதாகவும், உறுதி யுடையதாகவும், எளிதில் உருகக்கூடாததாகவும் பிரத்தி யேகமான முறையில் தயாரிக்கப்பெறுகின்றது. இன்றைய நிலையில் இராக்கெட்டுகள் யாவும் இந்த உருளை வடிவத் தையே கொண்டுள்ளன; இந்த வடிவம் நடைமுறையிலும் நன்ருகவே உள்ளது. எதிர்காலத்தில் இராக்கெட்டுகளின் வடிவம் மாறினும் மாறலாம்.

வான்வெளியில் செல்லும் இராக்கெட்டுகள் யாவும் மிகப் பெரியவை. அவை ஒரு வீட்டைவிடப் பெரியனவாக உள்ளன. பெரும்பாலான இராக்கெட்டின் பகுதி **எரி பொருளாலும் (Fuel)** ஆக்ஸிஜனுலும் நிரப்பப்பெறுகின்றது. வான்வெளியில் செல்லும் இராக்கெட்டுகள் ஏராளமான தூரத்தைக் கடந்து பிரயாணம் செய்யவேண்டும். ஆகவே, அது வான்வெளியில் தள்ளப்பெறுவதற்கு ஏராளமான வாயுவினை எடுத்துக்கொள்ளுகின்றது. இந்த அளவு வாயுவினை உண்டாக்குவதற்கு ஏராளமான எரிபொருளும் ஆக்ஸிஜனும் தேவைப்படுகின்றன.

இருபதாவது நூற்றுண்டின் இறுதிவரையிலும் செய்யப்பெற்ற இராக்கெட்டுகளில் வெடிமருந்தே (Gun powder) பயன்படுத்தப் பெற்றது. வெடிமருந்தில் ஆக்ஸி ஜன் உள்ளது. ஆகவே, அது நன்ருக எரிகின்றது. ஆனுல், வெடிமருந்து மிகத் திறமை வாய்ந்த எரி பொருளன்று. ஒழுங்கற்ற நிலையில் அது செயற்படுவதால் அதனை நம்பக மான எரிபொருளாகக் கொள்வதற்கில்லை.

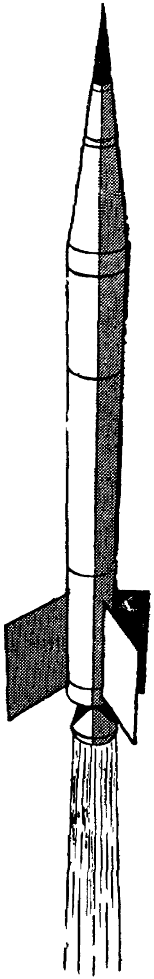
இனி, இராக்கெட்டினுள்ளே எரிபொருள், ஆக்ஸிஜன் இவை எங்ஙனம் அமைக்கப்பெறுகின்றன என்பதைக்



படம் 14 : சிறுவாணத்தின் அமைப்பு

காண்போம். வாணவேடிக்கைகளில் பயன்படும் சீறு வாணத்தின் அமைப்பும் வான்வெளியில் அனுப்பப் பெறும் இராக்கெட்டின் அமைப்பும் கிட்டத்தட்ட ஒரே முறையில் அமைந்துள்ளன. எனவே, சீறுவாணத்தை (இராக்கெட்டை) முதலில் நோக்குவோம். இதில் இரண்டு வகை வெடிமருந்துக்கள் பயன்படுகின்றன. ஒன்று, உலர்ந்த எரி பொருளாகும், மற்றொன்று, ஆக்ஸிஜனைத் தரும் பொருளாகும். சீறுவாணத்தில் **வெடிமருந்தின் வத்தி** (Fuse) ஒன்று இணைக்கப்பெறுகின்றது. வத்தி எரிந்து கொண்டே சென்று நெருப்பு வெடிமருந்துக்களை அடைகின்றது. எரியும் வத்தியிலுள்ள வெப்பம் வெடி மருந்துக்களில் ஒன்றினின்றும் ஆக்ஸிஜனை வெளிவரச் செய்கின்றது. இப்பொழுது எரிபொருள் வேகமாக எரிகின்றது. சீறுவாணத்தின் பின்புறமாக வாயு பீறிட்டுக் கொண்டு வெளிவருகின்றது. இது சீறுவாணத்தை மிகப் பெருவிசையுடன் தள்ளுகின்றது. இங்ஙனம் தள்ளப்பெறும் விசை சீறுவாணத்தை வானத்திற்கு அனுப்புகின்றது.

இனி, இராக்கெட்டின் உட்புறத்தை நோக்குவோம். பெரும்பாலான வான்வெளி இராக்கெட்டுகளில் திரவ எரி பொருளும் திரவ நிலையிலுள்ள ஆக்ஸிஜனும் பயன்படுத்தப் பெறுகின்றன. இன்று இரஷ்யாவிலும் அமெரிக்காவிலும் புழங்கிவரும் இராக்கெட்டுகளில் (1) காஸோலின் (அல்லது மண்ணெண்ணெயும் திரவ நிலையிலுள்ள ஆக்ஸிஜனும்), (2) ஆல்க்கஹாலும் திரவ நிலையிலுள்ள ஆக்ஸிஜனும், (3) காஸோலினும் (Gasoline) நைட்ரிக் அமிலமும், (4) திரவ நிலையிலுள்ள ஹைட்ரஜனும் திரவ நிலையிலுள்ள ஃப்ளோரினும் (Fluorine) ஆகிய இவற்றுள் ஏதாவதொரு திரவ எரிபொருளின் கலவை பயன்படுத்தப்பெறுகின்றது.



படம் 15 : வான்வெளி இராக்கெட்டு

இராக்கெட்டில் எரிபொருளும் ஆக்ஸிஜனும் தனித் தனியாகவே வைக்கப்பெறுகின்றன. ஒவ்வொன்றுக்கும் தனித்தனி தொட்டி உண்டு; அவற்றுள் இவை வைக்கப் பெறுகின்றன. எரிபொருளும் ஆக்ஸிஜனும் கலக்கப் பெறுங்கால் அவை எரிகின்றன. எரியுங்கால் அதிக வெப் பம் உண்டாகின்றது. ஏராளமான வெப்ப வாயுவும் வெளி வருகின்றது. இந்த வாயு இராக்கெட்டின் பின்புற வழியாக வெளியேறுகின்றது. இராக்கெட்டும் வான்வழியே வேக மாகக் கிளம்பிப் பறந்து செல்லுகின்றது. சூடான வாயு இராக்கெட்டின் பின் புறத்தில் சிவந்த வால்போல்—அனு மன் வாலிலுள்ள நெருப்புப்போல்!—காணப்பெறுகின்றது. நகரும் பலூன்போல் இராக்கெட்டும் மேல்நோக்கித் தள்ளப் பெறுகின்றது.

திட எரிபொருள்களால் நேரிடும் சில இடைஞ்சல் களைத் தவிர்க்கவே திரவ எரிபொருள்கள் பயன்படுத்தப் பெற்றன. ஆனால், இவற்றிலும் பல தீவிரமான இடைஞ்சல் கள் ஏற்படுகின்றன. அவற்றைக் கையாளுவதும் கடினம்; கையாளுவதில் ஆபத்தும் அதிகம். ஆக்ஸிஜன், ஹைட்ர ஜன், ஃப்ளோரின் இவை சாதாரணமாக வாயு நிலையிலிருப் பவை; அவற்றைத் திரவ நிலைக்குக் கொணர்வதற்கு மிகக் குறைந்த வெப்ப நிலைகள் தேவைப்படுகின்றன. அவற்றைச் சேகரம் செய்தல், ஓரிடத்திலிருந்து பிறிதோரிடத்திற்குக் கொண்டுசெல்லல், குழல்கள் வழியாகவும் வால்வுகள் வழி யாகவும் அனுப்புதல் இவற்றில் மிகச் சிரமம் ஏற்படுகின்றது.

புதிய முறைப் போர்க் கருவிகள்[1] கண்டறியப்பெற்ற பிறகு, அறிவியலறிஞர்கள் மீண்டும் திட எரிபொருள்களின்

1. இடைத்தூர எல்லை உந்து ஏவுகணைகள் (1500 மைல்), கண்டம் தாண்டும் உந்து ஏவுகணைகள் (5000 மைல்)

கலவைகளைப் பயன்படுத்தி வருகின்றனர். திட எரிபொருள்களைப் பயன்படுத்துவதால் இராக்கெட்டின் பொறி மிகச் சிறியதாக அமைகின்றது; சிக்கலும் குறைந்ததாகின்றது. அதனைக் கையாளுவதும் எளிது; பாதுகாப்பும் அமைந்துள்ளது. இதனால் சிக்கலான பம்பு அமைப்புக்கள், வால்வு அமைப்புக்கள் முதலியவை இல்லாமற் போகின்றன. இன்று (1) பெரும்பாலும் நைட்ரோ செல்லுலோஸும் நைட்ரோ கிளிசெரினும், (2) அம்மோனியம் நைட்ரேட்டும் இரப்பரால் ஆன கட்டுமானமும், (3) அம்மோனியம் பெர்க்குளோரேட்டும் இரப்பரால் ஆன கட்டுமானமும் ஆகிய இக் கலவைகளுள் ஒன்று பயன்படுகின்றது. இந்தக் கலவைகளின் செய்முறை மிகவும் விபத்து வாய்ந்தது; கவனக் குறைவிருப்பின் வெடித்தல் நிகழ்ந்துவிடுகின்றது. பொருள்கள் தூய்மையானவையாக இராவிடினும் இதே விபத்துத்தான். இக்கலவைகள் பிரத்தியேகமான பொட்டல ஏற்பாடுகளில் அமைக்கப்பெற்று ஒரே மாதிரியாக எரிதல் நிகழச் செய்யப் பெறுகின்றது.

6. இரண்டு தடைகள்

இராக்கெட்டுகள் மேலே செல்லுவதில் இரண்டு தடைகள் குறுக்கிடுகின்றன. அவற்றுள் ஒன்று, **ஒலித்தடை** (Sound barrier). மற்றொன்று **வெப்பத்தடை** (Heat barrier). இவற்றை .எப்படியும் சமாளித்தாகவேண்டும். இந்த இரண்டு தடைகள் என்ன என்பதையும், இவை எங்ஙனம் சமாளிக்கப்பெறுகின்றன என்பதையும் ஈண்டுத் தெளிவாக்குவோம்.

ஒலித்தடை : ஒலித் தடையை முதலில் கவனிப்போம். கடல் மட்டத்தில் மணிக்குச் சற்றேறக் குறைய 765 மைல் வேகத்தில் ஒலி செல்லுகின்றது. அதைவிட வேகமாகச் செல்லக்கூடிய ஊர்தியினை **மீஒலி வேகமுடையது** (Supersonic) என்றும், அதைவிடக் குறைந்த வேகமுடைய ஊர்தியினை **ஒலிக்கும் உட்பட்ட வேகமுடையது** (Subsonic) என்றும் வழங்குவர். ஒரு விமானம் ஒலியின் வேகத்தை அடையும் பொழுது அது திடீரென்று குலுங்கித் துள்ளிக் குதிக்கத் தொடங்குகின்றது; அஃதாவது ஒரு நெருக்கமடைந்துள்ள **காற்றுப் பைகளைத்** (Air pockets) தாக்குவது போன்ற அதிர்ச்சி ஏற்படுகின்றது. சில சமயம் இத்தாக்குதல் மிகக் கடுமையாக ஏற்பட்டு விமானத்தின் இறக்கைகள் பிய்த்துக் கொண்டு போவதுமுண்டு.

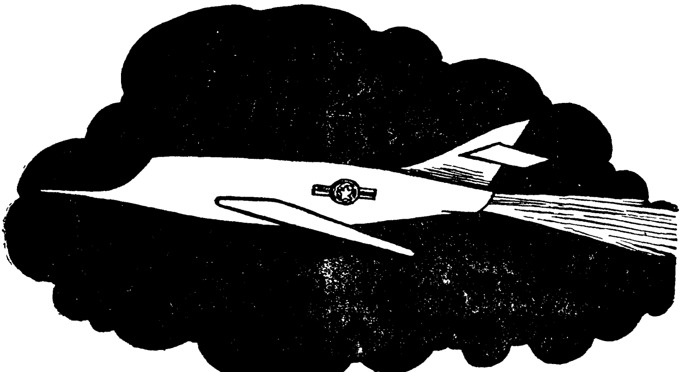
இதற்குக் காரணம் என்ன? விமானம் "ஒலித் தடை"யை எட்டி விடுகின்றது; ஒலியின் வேகத்துடன் தொடர்பு கொண்டிருப்பதால் இஃது இப்பெயர் பெறுகின்றது என்பதை நாம் நினைவில் வைத்துக் கொள்ளவேண்டும். ஒலி ஒன்றன்பின் ஒன்றாகத் தொடர்ந்து செல்லும் நெருக்கப்பெற்ற அலைகளாகப் பரவுகின்றது என்பதை நாம் அறி

வோம். அஃதாவது, காற்றின் மூலக்கூறுகள் நெருங்கி யிருக்குமாறு தள்ளப்பெறுகின்றன; இந்த நெருக்கமான பகுதிகள் ஒலியின் மூலத்தினின்றும் வெளிப்புறமாகப் பரவுகின்றன.

ஒரு விமானம் ஒலிவேகத்தைவிடக் குறைவான வேகத்துடன் செல்லும்பொழுது விமானத்தினின்றும் புறப் படும் காற்றலைகள் விமானத்திற்கு முன்னதாக வேகமாக விரைந்து செல்லுதல் கூடும். ஆனால், விமானம் ஒலியின் வேகத்திற்கு அதிகரித்துக் கொண்டே செல்லும்பொழுது, அஃது ஒலியலைகளுடன் இணைந்து செல்லுகின்றது. இந் நிலையில் நெருக்கமுள்ள காற்றலைகள் விமானத்திற்கு முன்ன தாகச் செல்ல முடிவதில்லை. ஆகவே, அவை விமானத்தின் இறக்கைகளுக்கு முன்புறமும், அதன் **உடலின்** (Fuselage) முன்புறமும் குவிகின்றன. இதன் விளைவாக ஓர் உயர்-அமுக்கமுள்ள காற்றுச் சுவர் விமானத்திற்கு முன்புறம் குவியலாக அமைகின்றது. இப்பொழுது விமானம் மிக விரைவாகச் செல்ல முயன்றால், அஃது இந்தச் "சுவரை" உடைத்துக்கொண்டு சென்றாக வேண்டும். இந்தச் சுவரை விமானத்திலிருந்துகொண்டு உடைப்பதென்பது மிகவும் சிரமமான செயலாகும்.

ஒலியின் வேகத்தைவிட அதிகமான வேகத்தில் விமானம் செல்லும்பொழுது விமானம் ஒலியலைகளைத் தன் பின்னே விட்டு விடுகின்றது; அவை அங்கு விமானத்திற்கு எந்தவிதமான சங்கடத்தையும் விளைவிக்க முடியாது. விமானம் காற்றுத் தடையினுள் செல்லும்பொழுது அதன் வேகத்தை வளர்த்தாலும் அல்லது குறைத்தாலும் நெருக்க முள்ள ஒலியலைகள் குறுக்கிடுகின்றன. ஆகவே, விமானம் ஒலி வேகத்தில் பறப்பதைத் தவிர்த்தல் வேண்டும். அஃது

ஒலி வேகத்தினும் மிகுதியான வேகத்திலோ அல்லது அதனினும் குறைவான வேகத்திலோ தான் பறக்க வேண்டும். ஒலிக்குக் குறைவான வேகத்திலிருந்து ஒலிக்கு மிகுதியான வேகத்தை ஒரு விமானம் அடையவேண்டிய நிலை ஏற்பட்டால், அது மிக விரைவில் அந்த வேகத்திற்கு மாறிவிடுவது சிறப்பாகும். இதற்கு மேலும் ஒரு சிக்கல் உள்ளது. ஒலியின் வேகமும் ஒரே மாதிரியாக இருப்பதில்லை. கடல் மட்டத்திற்கு எட்டு மைல் உயரத்தில் அதன் வேகம் மணிக்கு 660 மைல் இருக்கும். ஒலியின் வேகம் காற்றின் வெப்ப நிலையையும் பொறுத்துள்ளது. குளிர்ந்த காற்றில் ஒலியின் வேகம் குறைவு. இன்னும் மேலே காற்று மேலும் அதிகக் குளிர்ச்சியாகவும் இலேசாகவும் உள்ளது. காற்றின் அடர்த்தியால் யாதொரு சங்கடமும் இல்லை; அதனுடைய வெப்பநிலைமட்டிலுமே பாதிப்பினை விளைவிக்கின்றது.



படம் 16 : டூக்லாஸ் ஆகாய இராக்கெட்டு

இன்று அறிவியலறிஞர்கள் புதிய புதிய வகை விமான வடிவங்களை அமைத்து இத்தடையை ஓரளவு சமாளித்துள்

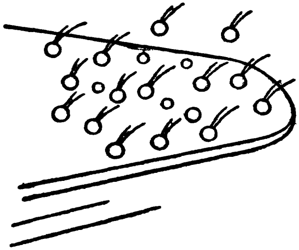
ளனர்; இவ்விமானங்கள் இத்தடையினூடே சிறிதும் சிரம மின்றிச் செல்லுகின்றன. இவ்விமானங்கள் **"மீ ஒலி வேக விமானங்கள்"** (Supersonic planes) என்று வழங்கப்பெறு கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, **டூக்லாஸ் ஆகாய இராக்கெட்டு** (Douglas sky rocket) என்பது ஒரு மீ ஒலிவேக விமான மாகும்; இஃது ஒலியின் வேகத்தைவிட இரண்டு மடங்கு வேகத்தில் பறக்கின்றது. படத்தில் (படம் 16) ஊசி போன்ற அதன் மூக்கினையும், மெல்லிதான இறக்கை அமைப்பினையும் காண்க. இந்த வடிவம் ஒலித் தடையைக் கிழித்துக்கொண்டு செல்வதற்குத் துணைசெய்கின்றது. இதனை மனத்திற்கொண்டுதான் இராக்கெட்டின் வடிவமும் அமைக்கப்பெறுகின்றது.

வெப்பத்தடை : விமானத்தின் வேகம் மேலும் மேலும் அதிகரித்துக்கொண்டே போகும்பொழுது இன்னும் ஒரு பிரச்சினை எழுகின்றது. அதுதான் 'வெப்பத்தடை என்ற பிரச்சினையாகும். உண்மையில் அஃது ஒரு தடையன்று. ஏனெனில், அஃது ஒரு திட்டமான வேகத்தாலோ அல்லது உயரத்தாலோ ஏற்படுவதில்லை. காற்றின் உராய்வால் விமானம் சூடேறத் தொடங்கியதும் வேகம் அதிகரிக்க அதி கரிக்கச் சூடும் அதிகரிக்கின்றது. இக்காரணத்தால் விமா னிகள் இந்நிகழ்ச்சியை **"வெப்பத் தாக்குதல்"** என்று வழங்கு கின்றனர்.

கடல் மட்டத்தில் மணிக்கு 700 மைல் வேகத்தில் செல் லும் ஒரு விமானம் காற்றின் உராய்வால் காற்றின் வெப்ப நிலையைவிட 100° F சூடேறி விடுகின்றது என்று கணக் கிட்டுள்ளனர். இதனுடன் சூரிய வெப்பத்தையும், இயக் கும் பொறிகளின் வெப்பத்தையும், இவை போன்ற பிற வற்றையும் சேர்த்துக் கொள்ளவேண்டும். இதனால்

விமானம் வெப்பத்தால் வசதி குறைவற்றதாகி விடுகின்றது; வலுவையும் இழக்க நேரிடுகின்றது.

இதனை மேலும் சிறிது விளக்குவோம். பொருள்களின் மூலக்கூறுகள் இயங்கிச் செல்லும் வேகமே 'வெப்பம்' என்பதை நாம் அறிவோம். வெப்பநிலை அதிகரிக்க அதிகரிக்க மூலக்கூறுகளும் வேகமாக இயங்குகின்றன. மூலக்கூறுகள் மெதுவாக இயங்குங்கால் பொருள்கள் குளிர்ச்சியாக உள்ளன; அவை விரைவாக இயங்கும்பொழுது பொருள்கள் வெப்பமாக உள்ளன. விமானம் ஒலியின் வேகத்தைக் கடந்து ஏறக்குறைய மணிக்கு 1500 மைல் வேகத்தை அடையும்பொழுது, காற்றின் மூலக்கூறுகள் விமானத்தைவிட வேகமாக இயங்கிச் செல்லுகின்றன. அங்



படம் 17: காற்றின் மூலக்கூறுகள் விமானத்தின் இறக்கைகளைத் தாக்குகின்றன

தாவது, காற்றின் மூலக்கூறுகள் விமானத்தின் இறக்கைகளை அடிக்கடி வேகமாக முட்டி மோதிக் கொண்டுள்ளன. இதனால் விமானம் மிகச் சூடேறுகின்றது. இதனை மேலேயுள்ள படம் விளக்குகின்றது.

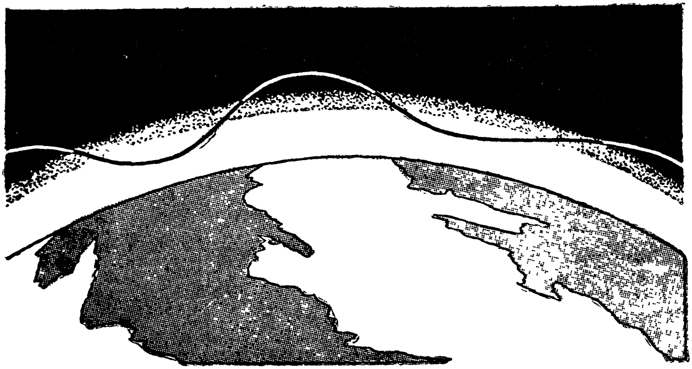
இராக்கெட்டுகளோ விமானத்தைவிட மிக வேகமாகக் காற்றினூடே செல்லுகின்றன; மிக உயரத்திற்கும் செல்லு

கின்றன. இராக்கெட்டு விமானம் வளி மண்டலத்தின் அடர்த்தியான அடுக்குகளினூடே உராய்ந்து செல்லும் பொழுது அது கிட்டத்தட்ட 1300° F அளவுக்குச் சூடேறு கின்றது. இந்த வெப்பத்தைச் சில உலோகங்களே தாங்கக் கூடியவை. விமானம் பழுக்கக் காய்ச்சிய இரும்பு போன்று செந்நிறத் தோற்றமளிக்கின்றது. இராக்கெட்டு விமானம் இரண்டு அடுக்குகளுடன் கூடிய உலோகங்களால் கட்டப் பெறுவதால் அஃது உள்ளே இருக்கும் விமானிகளை அவ்வள வாகப் பாதிப்பல்லை. தவிரவும், விமானிகளும் வேறு பணி யாளர்களும் இருக்கும் அறைகள் காப்புறை (Insulation) அமைக்கப்பெற்றுக் குளிர்ச் சாதன வசதிகள் செய்யப்பெற் றுள்ளன. இதனால் இராக்கெட்டு விமானிகள் பாதிக்கப் பெறுமல் தப்பி விடுகின்றனர்.

தொழில் நுணுக்க அறிவு வேகமாக முன்னேறி வரும் இக்காலத்தில் வெப்பத்தினைத் தாங்கி நிற்கக் கூடிய புதுப் புது உலோகக் கலவைகள் கண்டறியப்பெற்றுள்ளன. **டைட்டேனியம்** (Titanium) போன்ற உலோகங்கள் அதிக வெப்பத்தினைத் தாங்குவதால் அது மணிக்கு 1000 மைல் வேகத்தில் செல்லும் விமானத்தில் பயன்படுகின்றது. இராக்கெட்டுகளில் பல உயர்ந்த கலவை உலோகங்கள் பயன்படுகின்றன. இராக்கெட்டின் வடிவமும் காற்றினைக் கிழித்துச் செல்லக் கூடியவாறு அமைக்கப்பெறுகின்றது. இதனால் அது சூடேறுவது குறைகின்றது.

இன்னொரு யுக்தி முறையாலும் சூடேறுவது குறைக் கப்பெறுகின்றது. இராக்கெட்டு விமானம் கீழிறங்கி அடர்த்தியான காற்றடுக்குகளினூடே செல்லும்பொழுது அதன் வேகத்தைப் படிப்படியாகக் குறைத்துக் கீழிறக்கப் பெறுகின்றது. அது காற்றின் அடர்த்தியான அடுக்குகளின்

மீது உராயும்பொழுது சரிவாகவோ, அல்லது மேலும் கீழுமாகச் சென்று வாத்து தத்துவது போலவோ செலுத்தப்பெறுகின்றது. இதனைக் கீழே காணும் படம் விளக்கு



படம் 18: விமானியைக் கொண்ட துணைக் கோள்களும், மிக உயரத்தில் பறக்கும் ஆராய்ச்சி விமானமும் வளிமண்டல விளிம்பின் வழியாக இறக்கப்பெறுவதைக் காட்டுவது.

கின்றது. விமானத்தின் வேகத்தைக் குறைத்து அதனைச் சரிவாகச் செலுத்துவதற்கு முன்னோக்கிச் சுடப்பெறும் இராக்கெட்டுகள் பயன்படுகின்றன.

7. ஈர்ப்பு ஆற்றல்

ஈர்ப்பு ஆற்றல் (Gravity) இன்னதென்பதையும் அஃது இராக்கெட்டுத் துறையில் எங்ஙனம் பங்குபெறுகின்றது என்பதையும் மேலே குறிப்பிட்டோம். இதைச் சற்றுத் தெளிவாக ஈண்டு விளக்குவோம். ஈர்ப்பு ஆற்றல் இல்லையாயின் நாம் இப் பூமியில் நிலைபெற்றிருத்தல் முடியாது. கந்தருவர்கள்போல் வானத்தில் பறந்துகொண்டிருப்போம்! நாம் மட்டிலுமா? பூமியுடன் பொருத்தப்பெறுதிருக்கும் காற்று, நீர், தாமியங்கிகள், நாய்கள், மக்கள் முதலிய அனைத்தும் பூமியை விட்டு நீங்கி வானத்தில் அலைந்து திரிய நேரிடும். இன்னும் கூறப்போனால் பூமியின் நிலையும் அது தான்; அதுவும் இப்பொழுது இயங்குவதுபோல் ஒரு குறிப்பிட்ட அயனப் பாதையில் இயங்காமல் எங்கெங்கோ வானத்தில் நிலை கலங்கித் திரியும். ஈர்ப்பு ஆற்றல் மட்டிலும் இல்லையானால் பூமி இல்லை; சூரியன் இல்லை; சந்திரன் இல்லை. ஏன்? இந்த அகிலமே (Universe) இல்லாது போய்விடும். ஆகவே, பொருள்களிடையேயுள்ள கவரும் விசையாகிய ஈர்ப்பு ஆற்றலை நாம் பெற்றிருப்பது நமது நற்பேறு ஆகும்.

அகப்பற்று, புறப்பற்று என்ற இருவகைப் பற்றுக் களையும் நீக்கி வீடுபேற்றில் நாட்டம் செலுத்துவோர், இந்த இருவகைப் பற்றுக்களையும் நீக்குவது அவ்வளவு எளிதன்று என்பதை நன்கு உணர்வர். ஒன்றை நீக்க முயன்றால் பிறி தொன்று இறுகப் பற்றிக் கொள்வதையும் பற்றுக்கள் பஞ்சதந்திரக் கதைகள்போல் நீளுவதையும் நன்கு அறிவர். பொருள்களைப் பூமியினின்று அகற்றுவதிலும் சிரமம் உள்ளது; பூமியின் ஈர்ப்பு ஆற்றல் பொருள்களை இறுகப்

பற்றி நிற்கின்றன. அவை பூமியினின்றும் விடுபடுவது அவ்வளவு எளிதன்று. பூமியினின்றும் பொருள்களை அகற்றுவதற்கு **வேலை** அல்லது **வினை** (Work) ஆற்றப்பெறுதல் வேண்டும். பூமியோ மிகப் பெரியது; மிகவும் பளுவானது. பொருள்கள் யாவும் பூமியால் ஈர்க்கப் பெறுகின்றன. ஒரு சிறிய கல்லை எடுத்து வானத்தில் விட்டெறியலாம். மேலே

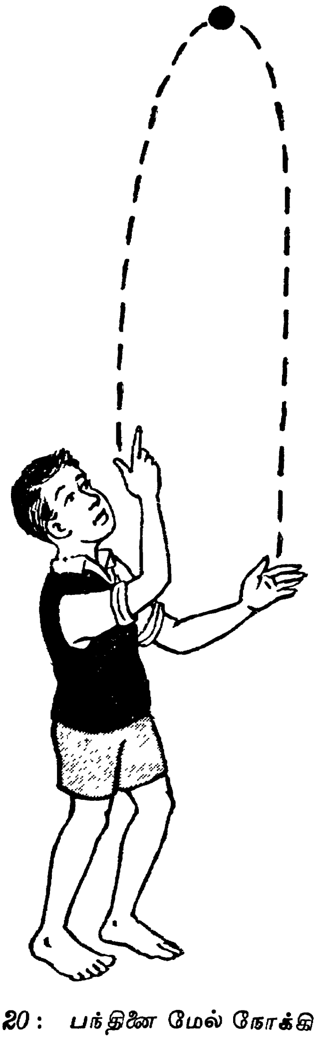
படம் 19: சிறுவர்கள் கற்களைத் தூக்குதல்

செல்லும் அச் சிறுகல் பூமி ஈர்ப்பதால் கீழே விழுந்து விடுகின்றது. ஒரு சிறிய கல்லை எடுப்பது எளிதாக இருக்கலாம். ஆனால், ஒரு பெரிய கல்லைத் தூக்குவது மிகவும் சிரமம். மேலேயுள்ள படத்தில் ஒரு சிறுவன் ஒரு கல்லைச் சிரமத்துடன் தூக்க முயல்வதைக் காண்க. பூமி அதனைத் திரும்பவும் தன்னை நோக்கி ஈர்ப்பதால் கல் மிகப் பளுவாக உள்ளது.

சிறுவனும் கல்லைத் தூக்கமுடியாமல் திண்டாடுகின்றான் பூமியின் ஈர்ப்பு ஆற்றல்தான் 'எடை' என்று வழங்கப் பெறுவதாக மேலே கூறினோம் அல்லவா? அதனை ஈண்டு நினைவு கூர்க.

நாம் ஒரு பந்தினை மேல் நோக்கி விட்டெறிகின்றோம். அது மீண்டும் பூமியை வந்தடைகின்றது. நாம் எவ்வளவுக் கெவ்வளவு சிரமப்பட்டுப் பந்தினை மேல் நோக்கி எறிகின்றோமோ அஃது அவ்வளவுக் கவ்வளவு மிகவும் உயரத்தில் செல்வதை அறிகின்றோம். புவியின் ஈர்ப்பு ஆற்றலை முற்றிலும் வெல்ல வேண்டுமானால், அஃதாவது அப்பந்து மீண்டும் பூமிக்குத் திரும்பாது மேலேயே போய்க் கொண்டிருக்கவேண்டுமானால், அதனை எவ்வளவு வேகமாகத் தூக்கியெறிய வேண்டும்? அதனை மணிக்கு 25,000 மைல் வேகம் செல்லுமாறு தூக்கி யெறிய வேண்டும்!

பேஸ் பந்தினைத் (Base ball) தூக்கியெறியும் கைதேர்ந்த நிபுணராலும் பந்தினை அவ்வளவு வேகமாகத் தூக்கி யெறிய முடியாது. அவர் மிக உச்ச வேகத்தில் பந்தினைத் தூக்கி யெறிந்தாலும் அதன் வேகம் மணிக்கு 100 மைலுக்கு மேற் போகாது. மிக உயர்ந்த ஆற்றல் வாய்ந்த துப்பாக்கியும் குண்டினை மணிக்கு 1,800 மைலுக்கு மேல் சுடும் திறனை அடையவில்லை. ஆகவே, ஏதாவது ஒரு பொருளை அது புவியீர்ப்பு ஆற்றலினின்றும் விடுபடும் அளவுக்கு மிகவும் உயரமாகச் செல்லுமாறு தூக்கியெறிய வேண்டுமாயின் அஃது ஒரு பெரிய பிரச்சினையாக இருப்பதை நாம் நன்கு உணரலாம். இதனை எதிரேயுள்ள படம் விளக்குகின்றது. ஒரு பொருளை மணிக்கு 25,000 மைல் வேகத்தில் செல்லுமாறு அனுப்பக்கூடுமாயின், அது பூமியின் இழுப்பின் எல்லையைக் கடந்து விடும்; இந்த வேகம் **"விடுபடும் நேர் வேகம்"** (Escape velocity) என்று வழங்கப்பெறுகின்றது



படம் 20: பந்தினை மேல் நோக்கி எறிதல்

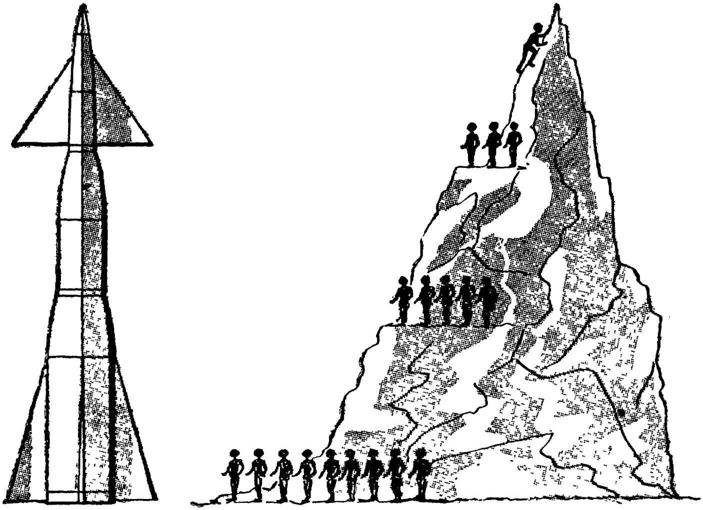
இராக்கெட்டுகள் மேற்கூறிய செயலை நிறைவேற்றுதல் கூடும். அறிவியலறிஞர்கள் இதனை உறுதியாக நம்புகின்றனர். தேவையான உந்து விசையைப் பெறுவதற்கேற்றவாறு போதுமான அளவு எரிபொருளை ஓர் இராக்கெட்டு எரிக்கக் கூடுமாயின், அஃது இராக்கெட்டின் வேகத்தைத் தொடர்ந்து அதிகரிக்கச் செய்கின்றது. ஓர் இராக்கெட்டு தன்னுள்ளே வளர்த்துக் கொள்ளக்கூடிய "தள்ளும்" அளவே **உந்து விசை** என்பது. அஃது இராத்தல்களில் அளக்கப் பெறுகின்றது. செருமானியர் நிருமாணித்த **வி-2** இராக்கெட்டின் எடை 28,000 இராத்தல்கள்; அதன் உந்து விசை 56,000 இராத்தல்கள். அதன் உந்து விசை அதனைப் பூமியினின்றும் உயரே தூக்குவதற்குப் போதுமானது. உந்து விசையின் அளவு (1) எரிபொருள்கள் எரியும் வேகத்தையும், (2) அதனால் விளையும் வெப்ப வாயுக்கள் வெளியேறும் நேர் வேகத்தையும் பொறுத்தது. ஓர் இராக்கெட்டு பீறிடும் வாயுக்களைக் கூர்நுனிக் குழல் வழியாக வெளிப்படுத்தக்கூடிய வேகமே அதன் **வெளியேறு நேர் வேகம்** (Exhaust velocity) என்பது. **வி-2** இராக்கெட்டின் வெளியேறு நேர்வேகம் விநாடிக்கு 6000 மைல்கள். நவீன இராக்கெட்டுப் பொறிகளின் வெளியேறு நேர் வேகம் இதனைவிட மிக அதிகமாகவே உள்ளது.

மேற்கூறியவற்றை நோக்கும்பொழுது இராக்கெட்டினுள் போதுமான அளவு எரி பொருள்களை (Fuels) அடைப்பது முதல் பிரச்சினையாகின்றது. இன்று நமக்குக் கிடைத்துள்ள எரிபொருள்களைக் கொண்டு ஓர் ஒற்றை இராக்கெட்டு 'விடுபடும் நேர் வேகத்தை' அடைய முடியாது என்று அறிவியலறிஞர்கள் ஒப்புக்கொள்ளுகின்றனர். இராக்கெட்டின் பத்தில் ஒன்பது பாகம் எரிபொருள்களும், அதன் ஒருபாகம் எரிபொருள் தொட்டிகள், பொறிகள்

தங்குமிடம் முதலியவைகளும் அடங்குமாறு ஓர் இராக்கெட்டு அமைக்கப்பெற்ருலும், பாதியளவு 'விடுபடும் நேர் வேகத்தைக்'கூட அஃது அடைதல் இயலாது. அத்தகைய இராக்கெட்டு ஒன்று தன்னுடைய எரி பொருள்கள் முற்றிலும் தீர்ந்து போவதற்குள் மணிக்கு 10,000 மைல்களுக்குக் கீழுள்ள வேகத்தையே அடைகின்றது.

எனினும், இராக்கெட்டுகளைக்கொண்டு புவியீர்ப்பு ஆற்றலை நாம் வென்று விடலாம். ஒன்றன்மீது ஒன்ருக இரண்டு அல்லது மூன்று இராக்கெட்டுகளை அமைத்து இதனை எளிதில் நிறைவேற்றலாம். இவ்வாறு அமைக்கப் பெறும் இராக்கெட்டு **பலநிலை இராக்கெட்டு** (Multi-staged) எனப்படும். பெரும்பாலான எரி பொருள்களையும் எடையையும் சுமந்துகொண்டுள்ள முதல் இராக்கெட்டு சுடப் பெறுகின்றது; இந்நிலையில் இஃது ஏனைய இராக்கெட்டு களைத் தன்மீது வலித்துக் கட்டப்பெற்ற நிலையிலிருக்கும். இந்த முதல் இராக்கெட்டு காற்றின் பெரும்பாலான **உராய் வினையும்**(Friction) பூமியின் கவர்ச்சியாலுண்டாகும் இழுப்பினையும் வெல்லுகின்றது. இதிலுள்ள எரி பொருள்கள் முடிவுறும் தறுவாயில் இரண்டாவது இராக்கெட்டு சுடப் பெறுகின்றது. முதல் இராக்கெட்டு தானுகக் கழன்று கொண்டு அதனுடன் பொருத்தப்பெற்றுள்ள மெல்லிய உருக்குக் கம்பிவலையால் செய்யப்பெற்றுள்ள **குதி குடை** (Parachute) விரிந்துகொள்ளுகின்றது. இந்த இராக்கெட்டுப் பகுதியைப் பெரும்பாலும் கடலில் விழும்படி செய்து அதைப் பழுது பார்த்து மீண்டும் பயன்படுத்துகின்றனர். இது கழற்றப் பெற்றவுடன் பலநிலை இராக்கெட்டின் மொத்த எடையின் அளவும் பருமனும் குறைந்து போகின்றன. இரண்டாவது இராக்கெட்டு எரிந்து முடிந்ததும் அதுவும் முதலாவதைப் போலவே கழற்றப்பெற்று நீக்கப்

பெறுகின்றது. பிறகு மூன்றாவது இராக்கெட்டு சுடப்பெறு கின்றது. அஃது எரிந்து முடியும் சமயத்தில் அதன்மீது வைக்கப்பெற்றுள்ள பொருள் (எ-டு. துணைக்கோள்)சுடப் பெறுகின்றது. இப்பொருளே பூமியைச் சுற்றி வருகின்றது. இராக்கெட்டுகள் பூமியில் விழும் இடங்களை **இராடார்** (Radar) என்ற கருவிகளால் கண்டறிகின்றனர்.



***படம் 21:* பல நிலை இராக்கெட்டின் தத்துவத்தை விளக்குவது. எவரெஸ்டுக்குச் செல்லும் முயற்சியும் பல நிலை இராக்கெட்டின் அமைப்பும் படத்தில் ஒப்பிட்டு விளக்கப்பெற்றுள்ளது.**

உயர்ந்த மலைச்சிகரத்தின்**மீ**து ஏறுவோர் கையாளும் துறைநுணுக்கத்தை (Technique) அறிந்து கொண்டால் பல நிலை இராக்கெட்டின் தத்துவம் தெளிவாகப் புலனாகும். சர் **ஜான் ஹண்ட்** குழுவினர் 1953 இல் இளவேனிற் காலத்தில் (Spring) எவரெஸ்டுக் கொடுமுடியின் உச்சியை

அடையப் புறப்பட்டபொழுது அக்குழுவில் மலையேறு வோர் பதின்மூன்று பேரும் அவர்களுக்கு உணவு, தேவை யான பிறபொருள்கள் இவற்றைச் சுமந்து செல்ல மூட்டை முடிச்சுக்களைத் தூக்குவோர் பேரெண்ணிக்கையிலும் இருந்தனர். இம்முறையில்தான் 24,000 அடி உயரத்தில் நன்முறையிலமைந்த பாடிவீடு அமைப்பதற்கு அவர்கட்கு இயலுவதாக இருந்தது. அந்த இடத்திலிருந்து மூவர் மட்டிலும் ஒரு சிறு அளவு உணவினையும் தளவாடத் தையும் சுமந்துகொண்டு 27,900 அடி வரை சென்று அதன்பிறகு கைவிட்டனர். ஹில்லாரியும் டென்சிங்கும் இவற்றை எடுத்துக்கொண்டு தம்மைத் தளராதிருக்கச் செய்துகொண்டபடியால் அவர்கள் புத்துணர்ச்சியுடன் இருந்து எவரெஸ்டு உச்சியினை அடைந்தனர். அவர்களும் தமக்கு வேண்டிய பொருளையும் தளவாடத்தையும் சுமந்து செல்லும்படி நேரிட்டிருந்தால் அவர்கள் எவரெஸ்டின் உச்சியினை அடைந்திருத்தல் இயலாது. இதனைப் படம் (படம்-21) விளக்குகின்றது.

இந்தத் தத்துவத்தின் அடிப்படையில்தான் பல நிலை இராக்கெட்டு அமைந்தது. ஒரு சிறு இராக்கெட்டு ஒரு பெரிய இராக்கெட்டின்மீது அமைக்கப்பெற்றது; இப்பெரிய இராக்கெட்டு இதனைவிடப் பெரிய இராக்கெட்டின்மீது அமைக்கப்பெற்றது. கொள்கையளவில் எத்தனை நிலைகள் தாம் அமையவேண்டும் என்பதற்கு எல்லைக்கோடு ஒன்றும் இல்லை. ஆனால், மூன்றடுக்கு இராக்கெட்டின் பருமனே நமக்கு ஓரளவு அச்சந்தரும் நிலையிலுள்ளது.

8. ஏவுகணைகள்

ஓர் **ஏவுகணையையும்** (Missile) ஓர் இராக்கெட்டையும் பொதுமக்கள் ஒன்று எனக் கருதுகின்றனர். அது தவறு. ஏவுகணை என்பதற்குப் பகைவன்மீது எறியப்பெறுவது, அல்லது உத்தரவுப்படி பகைவன்மீது பாய்வது என்பது பொருள். அது துப்பாக்கியினின்றும் சுடப்பெறுவதன்று. அது தானாகவே இயங்கவல்லது. பெரும்பாலும் ஓர் ஏவுகணை இராக்கெட்டினைக்கொண்டே செலுத்தப் பெறுகின்றது. ஆனால், அஃது ஒரு ஜெட் இயந்திரமாகவும் இருக்கலாம்; அல்லது முன் தள்ளியுடன்கூடிய ஒரு சாதாரண விமான இயந்திரமாகவும் இருக்கலாம். ஒரு **விமான எதிர்ப்பு ஏவுகணை** (Guided missile) என்பது, விமானம் பறக்கும்பொழுது செலுத்தப்பெறக் கூடிய ஏவுகணை யாகும். ஓர் **உந்து ஏவுகணை** (Ballistic missile) என்பது அது வானத்தில் செல்லும் முதல்நிலையில் விசையினால் எதிர்த்து வீசியெறியப்பெறுவதாகவும், அதன் பிறகு அது வீசி யெறியப்பெறும் பாறைபோல் பிரயாணம் செய்வதாகவும் உள்ள ஓர் ஏவுகணையாகும்.

முதன் முதலாகச் செருமானியர் அமைத்த வி - 2 போன்ற இராக்கெட்டுகள் ஒருவகை பீரங்கிப்படையாகவே கருதப்பெற்றன. அவை தொலைவிலுள்ள இலக்குகளைத் தாக்குவதில் துப்பாக்கிகளைவிட நீண்ட எல்லையிலும், அதிக மான திருத்தத்திலும் இயங்கக் கூடியவை என்று மக்கள் நம்பினர். பிறகு **எதிர்-விமான-ஏவுகணைகள்** (Anti-aircraft-missile) வந்தன. இவை விமானத் தற்காப்புப் பணிகளில் துப்பாக்கிகள் இருந்த இடத்தைப் பெறத் தொடங்கின. விமானத்தின்மூலம் வீசியெறியப்பெறும் சிறு ஏவுகணைகள்

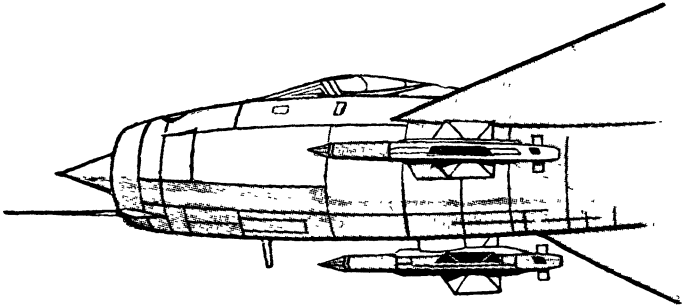
நவீனப் போர் விமானங்களில் பீரங்கிகள், பொறித் துப்பாக்கிகள் இவற்றின் இடங்களைப் பெற்று வருகின்றன. இன்று போர் விமானங்கள், விமானிகளுடன் சென்று குண்டு வீழ்த்தும் விமானங்கள் இவற்றிற்குப் பதிலாக விமான எதிர்ப்பு ஏவுகணைகள் ஒரு சில பணிகளுக்காகப் பயன்படுத்தப்பெற்றுவருகின்றன. இதன் விளைவாக எல்லா வகை உருவங்களிலும் பருமன்களிலும் எண்ணற்ற வகை ஏவுகணைகள் தோன்றுவதற்கு வாய்ப்புக்கள் ஏற்பட்டன. ஆனால், அவற்றை அவை ஆற்றும் பணியினுக்கேற்ப அடியிற் கண்டவாறு ஒன்பது அடிப்படை வகைகளாகப் பாகுபடுத்தப்பெறுகின்றன. அவையாவன :

1. வானத்தினின்றும் வானத்தில் சுடப்பெறும் ஏவுகணைகள்.
2. வானினின்றும் தரையில் சுடப்பெறும் ஏவுகணைகள்.
3 வானினின்றும் நீரின்கீழ்ச் சுடப்பெறும் ஏவுகணைகள்.
4. தரையினின்றும் வானத்திற்குச் சுடப்பெறும் ஏவுகணைகள்.
5. தரையினின்றும் தரையில் சுடப்பெறும் ஏவுகணைகள்.
6. தரையினின்றும் நீருக்குக்கீழ்ச் சுடப்பெறும் ஏவுகணைகள்.
7. நீரின்கீழினின்றும் வானிற்கு எறியப்பெறும் ஏவுகணைகள்.
8. நீரின்கீழினின்றும் தரைக்கு எறியப்பெறும் ஏவுகணைகள்.
9. நீரின்கீழினின்றும் நீரின் கீழுக்கு எறியப்பெறும் ஏவுகணைகள்.

இவை ஆற்றும் பல்வேறு பணிகளை ஈண்டு அறிந்து கொள்வது மிகவும் பொருத்தமாகும்.

1. வானத்தினின்றும் வானத்தில் சுடப்பெறும் ஏவுகணைகள் : இவை சாதாரணமாக மிகச் சிறியவை. இந்த வகை ஏவுகணைகள் ஒரு விமானத்தினின்றும் மற்றொரு விமானத்தை நோக்கிச் சுடப்பெறுகின்றன. இவையும் இவற்றின் இலக்குகளைத் தாக்கும் முறைகளையொட்டிப் பாகுபாடு செய்யப்பெறுகின்றன. சில ஏவுகணைகள் **தாமே சென்று தாக்கவல்ல** (Homing) ஏவுகணைகளாகும். இவை எதிரி

விமானத்தின் திசையை நோக்கிச் சுடப்பெற்றதும் இலக்கை நோக்கித் தாமே சென்று தாக்கும். இவை எதிரி விமானம் உண்டாக்கக்கூடிய இயந்திர ஒலியினுக்கோ அல்லது அது வெளிவிடும் வெப்பத்திற்கோ ஏற்றவாறு இயங்கி அந்த விமானத்தைத் தாக்கவல்லவை என்பதே homing என்ற சொல்லின் பொருளாகும். இந்தப் பிரிவில்

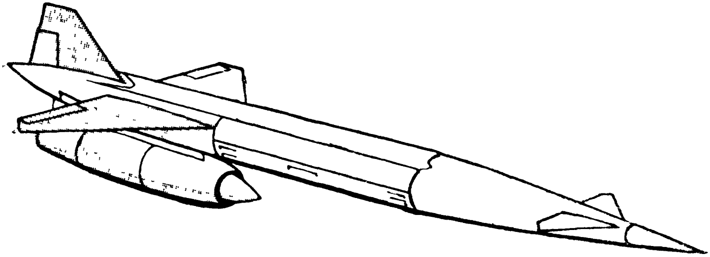


படம் 22: வானத்தினின்றும் வானத்தில் சுடப்பெறும் ஏவுகணை

வேட்டைப் பருந்து (Falcon), பக்க ஊடுருவி (Side winder) என்னும் இரண்டு ஏவுகணைகள் உள்ளன. ஆனால், சிட்டுக் குருவி (Sparrow) என்னும் ஏவுகணை வேறொரு வகையானது. அஃது இராடார் ஒலிக்கற்றையில் செல்லுமாறு அமைக்கப்பெற்றுள்ளது. அஃது அதனைவிட்டு விலகிச் சென்றாலும் மீண்டும் அந்தக் கற்றைக்குள் வந்துவிடுமாறு அமைக்கப்பெற்றுள்ளது. எனவே, இராடார் ஒலிக்கற்றை இலக்கைப் பின்தொடர்வது போலவே இந்த ஏவுகணையும் அந்த இலக்கைப் பின்தொடர்கின்றது.

2. வானினின்றும் தரையில் சுடப்பெறும் ஏவுகணைகள் : இவை ஓர் இராக்கெட்டு அல்லது ஜெட்டினால் ஏவப்பெறுகின்றன. இவற்றுள் மிகச் சிறியவை **ஹெலிகாப்டர்**களாலும்

(Helicopters) இலேசாகவுள்ள வேறு வானூர்திகளாலும் சுடப்பெறும் டாங்கிப்படையின்மீது எதிர்த்துச் சுடப் பெறும் மிகச் சிறிய இராக்கெட்டுகளாகும். இவற்றுள் பெரியவை ஒரு விமானம் போலவே தோன்றும். இவை பெரிய விமானத்தால் மேலே கொண்டு செல்லப்பெற்று இலக்கிற்குச் சுமார் 100 மைல் தொலைவில் விடுவிக்கப் பெறுகின்றன. இவை இராக்கெட்டின் திரவ எரிபொரு

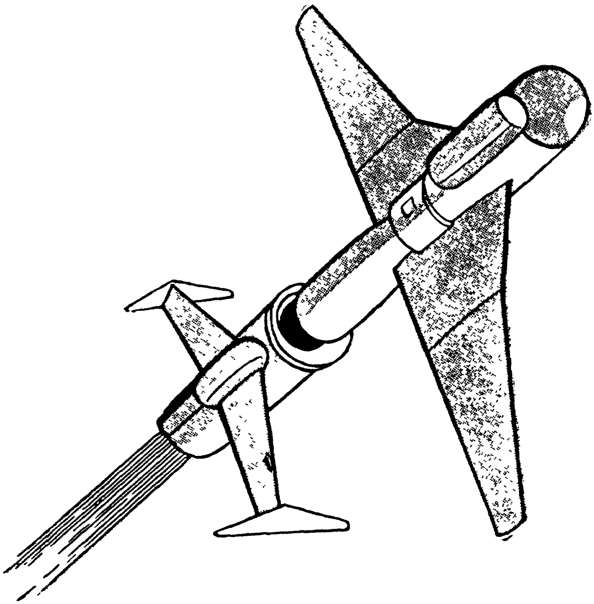


படம் 23: வானத்தினின்றும் தரையை நோக்கிச் சுடப்பெறும் ஏவுகணை

ளால் இயக்கப்பெற்று வேறெதுவும் தம்மைத் தொடர முடியாத வேகத்தில் உயர்ந்து சென்று பிறகு கீழ்நோக்கி இலக்கின்மீது பாய்கின்றன.

3. வானினின்றும் நீரின்கீழ்ச் சுடப்பெறும் ஏவுகணைகள் : இவை மேற்குறிப்பிட்ட தரையை நோக்கிச் சுடப்பெறும் ஏவுகணைகளைப் போன்றவையே. இவை கப்பலை நோக்கி, சிறப்பாக நீர் மூழ்கிக் கப்பலை நோக்கிச் சுடப்பெறுகின்றன. சாதாரணமான டார்ப்பிடோக்களில் கழற்றப்பெறக்கூடிய இறக்கைகள், பொறி, வழிகாட்டி அமைப்பு இவை அமைந்தவையே இந்த வகை ஏவுகணைகளாகும். வளி மண்டலத் தினின்றும் வீசியெறியப்பெறும் இவை குண்டுகளைப்

(Bombs) போலவே இலக்குகளை நோக்கிப் பாய்கின்றன. முன்னதாகவே அறுதியிடப்பெற்ற ஓர் எல்லையில் அவை தம்முடைய இறக்கைகளையும் பொறிகளையும் கழற்றிவிடுகின்றன; அதன் பின்னர் அவை குதிகொடைகள் மூலம்

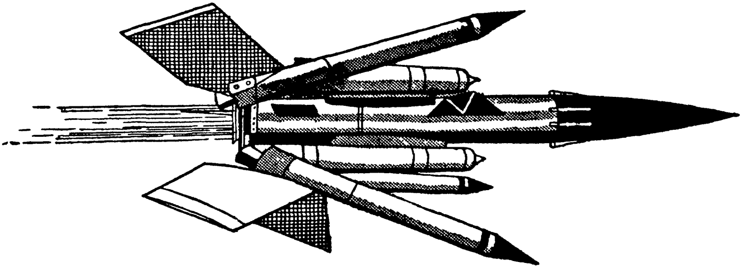


படம் 24: வானினின்றும் நீரின்கீழ்ச் சுடப்பெறும் ஏவுகணை

நீரினுள் இறக்கப்பெறுகின்றன; பின்னர்க் குதிகொடைகளையும் கழற்றிக் கொண்டு டார்ப்பிடோக்களைப்போலவே இலக்குகளைத் தாக்குகின்றன. (படம் 24 ஐப் பார்க்க.)

4. தரையினின்றும் வானத்திற்குச் சுடப்பெறும் ஏவுகணைகள்: இவை சாதாரணமாக இராம்ஜெட் (Ram jet) என்ற ஒரு வகை ஊர்திகளால் தரையின்மீது அல்லது கப்பல்களின்

மீது வீசியெறியப்பெறுகின்றன. இன்று நடைமுறையி லுள்ளவை யாவும் 100 மைல்களுக்குட்பட்ட எல்லையை யுடையவைகளாகவே உள்ளன. பெரும்பாலும் இவை விமானத் தற்காப்புப் படையினின்றும் நழுவித் தப்பித்த விமானங்களின்மீது பயன்படுத்தப்பெறுகின்றன. இறுதி

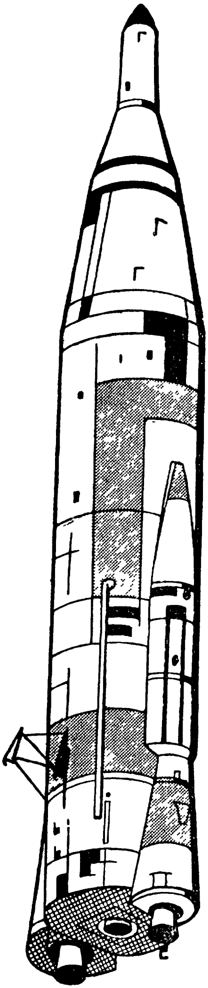


படம் 25: தரையினினின்றும் வானத்திற்குச் சுடப்பெறும் ஏவுகணை

யாக, பல நூறு மைல்கள் தொலைவில் அல்லது உயரத்தில் உள்ள ஒரு கண்டம் தாண்டும் உந்து ஏவுகணையையும் (I. C. B. M.)[1] அழிப்பதற்குப் பயன்படுத்தப்பெறும் ஏவுகணைக் கெதிர் ஏவுகணைகளும் இவ்வகையுள் அடங்கும்.

5. தரையினின்றும் தரையில் சுடப்பெறும் ஏவுகணைகள்: இவ்வகை ஏவுகணைகள் துப்பாக்கிகள், தரையைத் தாக்கும் விமானியுள்ள விமானம் இவற்றின் இடத்தைப் பெறு கின்றன. இவை தரையினின்றோ அல்லது கப்பலி லிருந்தோ தரை அல்லது கடலிலுள்ள எந்தவகை இலக்கின் மீதும் சுடப்பெறுகின்றன. இந்த வகையுள் ஒரு தனிப் போர்வீரனால் அமர்ந்து செல்லப்பெற்று டாங்கிகளின் மீதும் எதிரியின் பலமான போர்த்தளங்களையும் சுடப் பெறும் சிறிய இராக்கெட்டுகள், 10 லிருந்து 1000 மைல்கள்

1. I. C. B. M.—Inter Continental Ballistic Missile.

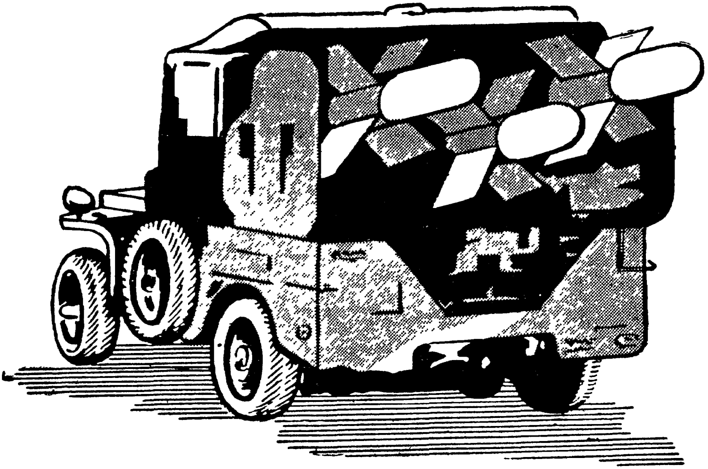

படம் 26 : அட்லாஸ் என்னும் கண்டம் தாண்டு உந்து ஏவுகணை

வரை செல்லக்கூடிய பெரிய நயத்திறம் வாய்ந்த (Tactical) ஏவுகணைகள், *1500* மைல்கள் வரை செல்லக்கூடிய இடைநிலை எல்லை உந்து ஏவுகணைகள் (I. R. B. Ms.),[1] *9000* மைல்கள் வரை செல்லக்கூடிய கண்டம் தாண்டும் உந்து ஏவுகணைகள் ஆகியவை யாவும் அடங்கும்.

பெரும்பாலான தரையினின்றும் தரைக்குச் சுடப்பெறும் ஏவுகணைகள் யாவும் இராக்கெட்டுகள் அன்று; விமானி இல்லாத விமானங்கள் போல் காணப்பெறும் அவை 'பறக்கும் குண்டுகள்' (Flying bombs) ஆகும். இவை ஜெட்-பொறிகளால் சக்தி தரப்பெறுகின்றன. பெரும்பாலும் அவை **'சுற்றித் திரியும் ஏவுகணைகள்'** ('Cruise missiles') அல்லது **'காற்று - வாங்கும் ஏவுகணைகள்'** ('Air - breathing missiles') என வழங்கப்பெறுகின்றன. காரணம், அவை வளிமண்டலத்தில் *65,000* அடிக்குக்கீழ் உந்து ஏவுகணையின் சுவட்டினை ஒரு வெடிகுண்டுபோல் பின்பற்றிச்

1. **I. R. B. M.—Intermediate Range Ballistic Missile.**

செல்வதற்குப் பதிலாகக் காற்று மண்டலத்தில் சுற்றித் திரிகின்றன.



படம் 27: தரையினின்று தரைக்கு டாங்கிகளுக்கு எதிராகச் சுடப்பெறும் ஏவுகணைகள் ஜீப்பினின்றும் வீசியெறியப்படுகின்றன.

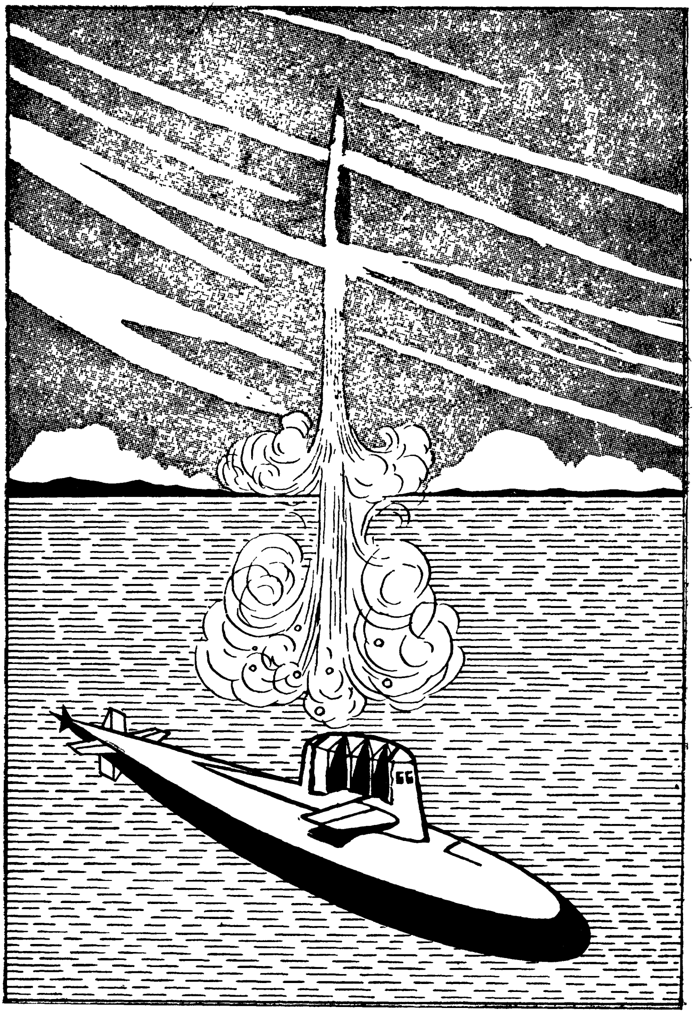
6. தரையினின்றும் நீருக்குக்கீழ்ச் சுடப்பெறும் ஏவுகணைகள் : இவை கப்பல்களிலிருந்து வேறு கப்பல்களையோ அன்றி நீர்மூழ்கிக் கப்பல்களையோ தாக்கும்பொருட்டு ஏவப்பெறுபவை. இந்த வகைக் கணைகள் பொதுவாக வானினின்றும் நீருக்குள் அனுப்பப்பெறும் ஏவுகணைகளைப் போன்றவை. ஒரு கப்பல் தன்னுடைய சாதாரணமான துப்பாக்கிகள், டார்ப்பிடோக்கள் ஆழிடக் குண்டுகள் இவற்றின் வீச்சிற்கு அப்பாற்பட்ட இலக்குகளைத் தாக்குவதற்கு அதற்குத் துணைசெய்வதே இதன் நோக்கமாகும்.

7. நீரின்கீழினின்றும் வானிற்கு எறியப்பெறும் ஏவுகணைகள் : இவை நீர்மூழ்கிக் கப்பலினின்றும் விமானத்தை நோக்கி

ஏற்றியப்பெறும் ஏவுகணைகளாகும். இன்றைய நிலையில் இவை நடைமுறையில் பயன்படுத்தப்பெறவில்லை.

8. நீரின்கீழிருந்து தரைக்கு எறியப்பெறும் ஏவுகணைகள் : இன்றுவரை இவ்வகை ஏவுகணைகளில் ஒன்றே ஒன்றுதான் வெளியாகியுள்ளது. இது **போலேரிஸ்** (Polaris) எனப் படும் கடற்படையின் இடைநிலை எல்லை உந்து ஏவுகணை யாகும் (I. R. B.M.). இது பிரத்தியேகமாக அமைக்கப் பெற்ற அணுவாற்றலால் இயங்கும் நீர்மூழ்கிக் கப்பலால் ஏற்றிச் செல்லப்பெறுகின்றது. ஒரு நீர்மூழ்கிக் கப்பலால் பதினாறு இவ்வகை ஏவுகணைகள் ஏற்றிச் செல்லப்பெறு கின்றன. இவற்றை இயக்கும்பொழுது முதலில் அவை மேற்பரப்பிற்கு அமுக்கப் பெற்ற காற்றினால் (Compressed air) உந்தித் தள்ளப்பெறுகின்றன. அதன்பிறகு இராக் கெட்டுகள் தீப்பற்றிச் சாதாரண ஓர் இடைநிலை எல்லை உந்து ஏவுகணைபோல் (I. R. B.M.) இலக்கினை நோக்கிக் காற்றில் பிரயாணம் செய்கின்றன. போலேரிஸ் ஏவுகணைகள் தற்காப்பு இராணுவப் படைத்துறைக்கு ஒரு மிகப் பெரிய பிரச்சினையைத் தருகின்றன. ஏனெனில், இவற்றின் தரை ஏவுகணைகள் போலன்றி இவை எளிதில் இயங்கும் (Mobile) கண்டறிய முடியாத மூலதளத்தினின்றும் (Unknown base) கிளம்புகின்றன.

9 நீரின்கீழிருந்து நீரின்கீழுக்கு எறியப்பெறும் ஏவு கணைகள் : இவை எதிரிகளின் நீர் மூழ்கிக் கப்பல்களையும், கப்பல்களையும் தாக்குவதற்கு நீர் மூழ்கிக் கப்பல்கட்குத் துணையாக உள்ளன. இத்தகைய ஏவுகணைகள் இன்னும் அதிகமாக வளர்ச்சிபெறவில்லை. ஆகவே, இவற்றைப் பற்றி அதிகம் ஒன்றும் தெரியாது. நீர் மூழ்கிக் கப்பலின் சாதாரண டார்ப்பிடோக் குழல்களின் வழியாகச் சுடப்



படம் 28: நீரின்கீழினின்றும் தரைக்கு ஏவப்பெறும் கணை

பெற்று நீர்ப்பரப்பிற்கு எழுந்து அங்கிருந்து இலக்கினை நோக்கித் தாமாகச் செல்லுவதைத் தவிர, இவை தரையி னின்றும் நீரின் கீழிடத்திற்கு எறியப்பெறும் ஏவுகணைகள் போலிருக்கலாம்.

ஒரு முழுமையான ஆயுத அமைப்பில் ஏவுகணை ஓர் உறுப்பாகும் என்ற விஷயம் ஈண்டு நினைவிலிருத்தத் தக்கது. எடுத்துக்காட்டாக, **டிக்லாஸ் தோர் இடைநிலை உந்துகணை** (The Douglas Thor IRBM) அமைப்பில் 14 பெரிய இழுத்துச் செல்லப்பெறும் வண்டி ஏற்பாடுகள் உள்ளன. இக்கணை இயங்குவதற்கு இவை இன்றியமையாதவை. இவற்றில் ஆற்றலை உற்பத்தி செய்யும் அமைப்புக்கள், மின்சாரக் கருவி யமைப்புக்களைக் கொண்ட வண்டி, சீதள அமைப்பு வண்டி, எரிபொருள் தொட்டிகளை ஏற்றிச்செல் லும் வண்டிகள், எரிபொருள்களைப் பம்பு மூலம் அனுப்பு வதற்குரிய வாயுநிலையிலுள்ள ஆக்ஸிஜன், நைட்ரஜன் இவற்றைக் கொண்ட கொள்கலன்கள், தூக்கியெறியும் அமைப்பு முதலியவை அடங்கும். இவையும் 65 அடி நீள முள்ள ஏவுகணையும் சாமான்களை ஏற்றிச் செல்லும் மிகப் பெரிய விமானத்தில் ஏற்றிச் செல்லப்பெறும்.

9. வழிகாட்டி அமைப்புக்கள்

ஒரு மாணுக்கன் தான் பயிலும் காலத்தில் பள்ளியில் நல்ல சூழ்நிலை இருந்தால்தான் சிறந்த முறையில் கல்வி பெற இயலும். இத்தகைய நல்லதொரு சூழ்நிலையை நில வச் செய்வதற்குப் பள்ளியில் ஆசிரியர்கள் ஒழுங்கு முறை விதிகளடங்கிய ஏற்பாட்டினை வகுத்து வைத்துள்ளனர். ஆசிரியர்கள் நல்ல முறையில் பணியாற்றுவதற்குப் பள்ளி ஆட்சியாளரும் சில ஒழுங்குமுறை ஏற்பாடுகளைத் திட்ட மிட்டுள்ளனர். பள்ளி ஆட்சியாளரும் ஆசிரியர்களும் நன் முறையில் செயற்படுவதற்கு அரசினர் சில விதிகளை வகுத் துள்ளனர். இந்த வகை ஏற்பாடுகளால் பள்ளி நன்முறை யில் இயங்கி மாணுக்கர்கட்கு நல்லதொரு சூழ்நிலை அமைகின்றது. இந்த ஏற்பாட்டு விதிகளில் ஏதாவது ஒரு விதியினின்றும் விலகிச் சென்ருலும் சூழ்நிலை கெடுகின்றது. இதனுல் தக்கவர் தலையிட்டு அதனைச் சரிப்படுத்த நேரிடு கின்றது.

இங்ஙனம் பள்ளி சரியாகச் செயற்படுவதற்குச் சில ஏற்பாடுகளிருப்பதைப் போலவே இராக்கெட்டுகளும் ஏவு கணைகளும் சரியான முறையில் இயங்குவதற்குச் சில அமைப் புக்கள் உள்ளன. இந்த அமைப்புக்களை **'வழிகாட்டி அமைப்புக் கள்** (Guidance systems) என்று வழங்குவர். விண்வெளியில் பிரயாணம் செய்யும் இராக்கெட்டு வழிவிலகாது செல்லு வதற்குக் கவனமாகத் திட்டமிடப்பெறுதல் வேண்டும்; இத்திட்டத்தில் பல்வேறு கருவிகளடங்கிய விரிவான திட் டம் தேவைப்படுகின்றது. இராக்கெட்டுகளில் சாதாரண மாக இரண்டு வித அமைப்புக்கள் பயன்படுத்தப்பெறு கின்றன. ஒருவகை அமைப்பில் முதன்மையாகவுள்ள

இராக்கெட்டுடன் **'எதிர்-இராக்கெட்டுகள்'** (Retro-rockets) எனப்படும் இராக்கெட்டுகளை அதன் பக்கவாட்டில் அமைக்கின்றனர். இந்த எதிர்-இராக்கெட்டுகள் இயங்கும் பொழுது முதன்மை இராக்கெட்டு செல்லும் திசைக்கு எதிராகச் சுவாலைகளைப் பீச்சி முன்னேக்கிச் செல்லும் இயக்கத்தைக் குறைக்கின்றது. தவிர, முதன்மையாகவுள்ள இராக்கெட்டுடன் வானொலிச் செய்தித் தொடர்பு கொள்ளும் ஏற்பாடுகளும் அமைக்கப்பெற்றுள்ளன. இவற்றின் துணையால் பூமியினின்றும் வானொலிச் சைகைச் செய்திகளைப் (Radio signals) பெற்று இராக்கெட்டினைத் தக்கவாறு செலுத்தலாம்.

மற்ருருவகை வழிகாட்டி அமைப்பில் இராக்கெட்டினை மிகச் சரியான முறையில் குறிவைத்து அனுப்புவதாகும். இராக்கெட்டின் உட்புறத்தில் அமைக்கப்பெற்றுள்ள **ஜைராஸ் கோப்பு** (Gyroscope) என்ற பொறியமைப்பு ஏற்பாடு இராக்கெட்டு சரியான பாதையில் செலுத்துவதற்குத் துணைசெய்கின்றது. ஜைராஸ்கோப்பில் மிகப் பளுவான சக்கரம் ஒன்று உள்ளது; அது வேகமாகச் சுழலச் செய்யப்பெறுகின்றது. வேகமாகச் சுழலும் ஜைராஸ் கோப்பு தற்சுழற்சியின் அச்சின் (Axis) திசையில் ஏற்படும் எந்த மாற்றத்தையும் எதிர்த்துத் தடுத்து நிறுத்துகின்றது. திட்டப்படுத்திய பாதையை விட்டு இராக்கெட்டு திரும்பிச் சென்ருல், ஜைராஸ்கோப்பு ஏற்பாடு கட்டுப்படுத்தும் கருவிகளை இயக்கி அதனைச் சரியான திசைக்குத் திரும்பவும் கொண்டுவந்துவிடும்.

உலகிலேயே மிகச் சிறந்ததும், பல திறப் பயிற்சியுடையதும், மிக இலேசானதுமான வழிகாட்டி அமைப்பு மனிதனுடைய மூளையாகும். போர் விமானத்தில் செல்லும்

விமானி தான் தாக்குவதற்காகச் சென்ற குண்டு வீழ்த்தும் விமானம் நண்பருடையதாக இருப்பதாகத் தெரிந்தால் அதனைத் தாக்காது திரும்பிவிடலாம். தான் செல்லும் விமானத்தில் ஏதாவது கோளாறு ஏற்பட்டால் தானே அதனைப் பழுது பார்த்துச் செப்பனிட்டு விடலாம். அங்ஙனமே, தன்னுடைய கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு எதிரி தீயிட்டதால் அழிந்து பட்டாலும், தன்னுடைய விமானத்திலுள்ள வானொலி அமைப்பு செயற்படாது போயினும், அல்லது ஒழுக்கினால் தன்னுடைய விமானத்தின் தொட்டியிலுள்ள எரிபொருளைப் பாதிக்குமேல் இழக்க நேரிட்டாலும், உடனே தான் அவற்றைச் சமாளிக்க என்ன செய்ய வேண்டுமென்று தீர்மானித்து உடனே அதனைச் செய்து கொள்ளலாம்.

ஓர் இராக்கெட்டில், அல்லது ஏவுகணையில் வழிகாட்டி அமைப்பு விமானியின் இடத்தைப் பெறுகின்றது. அந்த அமைப்பு நன்முறையில் அமைந்திருப்பின் அது கிட்டத்தட்ட மனித மூளையைப் போலவே மிகத் திறனுடன் செயற்படும். ஆனால், எந்த வழிகாட்டி அமைப்பும் ஒவ்வொரு முறையிலும் மனிதனைப்போல் செயற்படும் என்று சொல்லுவதற்கில்லை. ஏனென்றால், அதனால் வேறுபடுத்தி அறிய முடியாது; கருத்தினை மாற்றிக்கொள்ளவும் முடியாது; தூக்கியெறியப்பெற்ற பின்னர் ஏற்படும் கோளாறுகளைச் சரிப்படுத்திக் கொள்ளவும் முடியாது. எனினும், சில உயர்ந்த அமைப்புக்கள் இவற்றையும் சமாளிக்கும் திறனுடன் செயற்படுகின்றன. தவறுதலாக அது நண்பரின் விமானத்தின்மீது செலுத்தப் பெற்றால், அதனைத் தாக்காது திரும்பும் ஏற்பாடு செய்யலாம். இதற்கு அதில் I. F. F.[1] இராடார் அமைப்பு பொருத்தப்பெற்றிருத்தல்

1. I. F. F. (Identification, Friend or Foe Radar.)

வேண்டும். காலநிலையின் காரணமாகவோ அல்லது நேரிட்ட பழுதின் காரணமாகவோ அது சிறிது வழி விலகினாலும் உடனே தானாகவே சரிப்படுத்திக்கொள்ளுமாறு செய்து விடலாம். எதிரியின் வானொலி அமைப்பும், இராடார் அமைப்பும் தன்னுடைய மின்னியல் அமைப்புக்களைத் தடுக்க முனைந்தால் அவற்றை எளிதில் புறக்கணிக்கவும் ஏற்பாடு செய்யலாம்.

இவற்றுடன், பல வழிகாட்டி அமைப்புக்கள் முடுக்கங்கள், அதிகவெப்பங்கள், அதிகக் குளிர்கள், விமானியைக் கொல்லக்கூடிய பிற நிலைமைகள் இவற்றை எதிர்த்து நிற்றலும் கூடும். திரும்பி வருவதற்கு வாய்ப்பே இல்லாத செய்தி அறியும் ஏற்பாடுகளிலும் (Missions) அவை அனுப்பப்பெறுவதுதான் எல்லாவற்றிலும் முக்கியமானதாகும்.

இன்றுவரை பதினொரு வழிகாட்டி அமைப்புக்கள் நடைமுறையில் உள்ளன. ஒரு சில ஏவுகணைகள் அடுத்தடுத்துப் பறந்து செல்லும் நிலைகளில் இரண்டு வெவ்வேறு வழிகாட்டி அமைப்புக்களைப் பயன்படுத்துகின்றன. இவற்றைப் பற்றி ஈண்டு ஒரு சிறிது அறிந்து கொள்வோம்.

1. **பின்தொடரும் காந்த வழிகாட்டி:** இது தரையினின்றும் தரைக்கு ஏவப்பெறும் கணைகளிலுள்ள ஓர் எளிய அமைப்பு. இதற்கு நிலத்தில் தளவாட அமைப்புத் தேவை இல்லை. இஃது இரண்டாம் உலகப்பெரும்போரில் 1944-5இல் இங்கிலாந்துமேல் ஏவப்பெற்ற சில 'வி-1 பறக்கும் குண்டுகளில்' பயன்படுத்தப்பெற்றது. ஏவப்பெறுவதற்கு முன்னர், ஏவுகணை ஒரு திட்டமான வழியில் இலக்கினை நோக்கி வைக்கப்பெறுகின்றது; தானாக இயங்கும் பொறியமைப்பினால் (Automatic pilot) அந்த வழியிலேயே இருக்குமாறு

செய்யப்பெறுகின்றது. வழியில் எந்தவிதக் குறுக்கீடும் நிகழ்வது கடினமாக இருப்பதற்காக ஒரு 'திட்டமாக்கும்' ('Programming')பொறியமைப்பு அதில் சேர்க்கப்பெறலாம். இதனால் அது நேராகப் பறந்து செல்வதற்குப் பதிலாகப் பறக்குங்கால் பின்தொடர்வது ஒன்று அல்லது பல தடவைகளில் மாற்றப்பெறுகின்றது. முன்னரே கணிக்கப்பெற்ற ஒரு காலத்திற்குப் பிறகு கடிகார அமைப்புப் போன்ற ஒரு பொறியமைப்பு' ஏவுகணையின் எரிபொருள் எரியும் இடத்திற்குச் செல்லாமல் தடுக்கின்றது. இப்பொழுது கணை பூமியை நோக்கி முக்குளிக்கின்றது (dives).

2. **கம்பி ஆணை வழிகாட்டி:** எல்லா வழிகாட்டி அமைப்புக்களிலும் இது மிகவும் எளிதானது. இன்று இது தரையிலிருந்து தரைக்கும், அல்லது வானிலிருந்து தரைக்கும் ஏவப்பெறும் மிகச் சிறிய வகை டாங்கி எதிர்ப்புப் போர்க்கருவிகளில் பயன்படுத்தப் பெறுகின்றது. ஏவுகணை, ஏவப் பெறும் கருவியினை விட்டு இலக்கினை நோக்கிச் செல்லுங்கால் அது பின்புறமாக ஒன்று அல்லது இரண்டு மெல்லிய கம்பிகளை விட்டுச் செல்லுகின்றது. இக்கம்பி துடிக்கட்டைகளினின்றும் (Bobbins) பிரிந்து இயக்குவோரின் கட்டுப்படுத்தும் பெட்டியினின்றும் தொடர்புவைத்துக்கொள்ளத் துணைசெய்கின்றது.

ஓர் எளிய விரல் அமுக்குப் பொத்தானைக்கொண்டு இயக்குவோர் மின்சாரச் சைகைக் குறிப்புக்களை அனுப்பி ஏவுகணை இலக்கினை நோக்கி வழிகண்டு செல்லுமாறு செய்யலாம். அதிக நீளமான கம்பிகளைச் சிறிய ஏவுகணையில் நிரப்புவது கடினமாதலால் இந்த வகை வழிகாட்டியை இரண்டுமைல் எல்லைவரையிலுமே பயன்படுத்தலாம்; இலக்கு கண்ணிற்குப் புலனாகும் எல்லை வரையிலும் இது

பயன்படுத்தப்பெறுகின்றது. ஒரு குறிப்பிட்ட எல்லைவரை இது திறனுகச் செயற்படுகின்றது ; இதனைச் செயற்படாது சிதைத்தல் இயலாது (Immune to jamming).

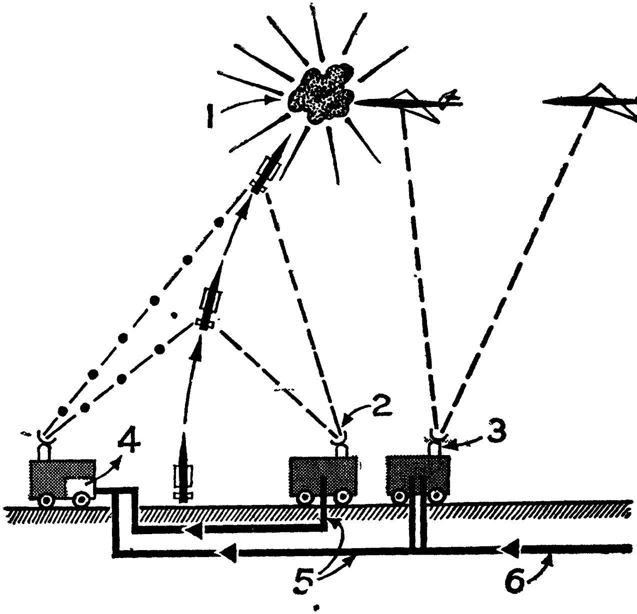
3. வானெலி ஆணை வழிகாட்டி : இது மேற்குறிப்பிட்ட கம்பி ஆணை வழிகாட்டியைப் போன்றதே. இதில் சைகைக் குறிப்புக்கள் கம்பிகளின் வழியாக அனுப்பப்பெறுவதற்குப் பதிலாக வானெலி மூலம் அனுப்பப்பெறுகின்றன. ஆகவே, இது நீண்ட எல்லைகட்குப் பயன்படுத்தப் பெறலாம். இதனை இயக்குவோர் இஃது எறியப்பெறும் இடத்தில் இருக்கவேண்டிய அவசியம் இல்லை; இந்த இடம் சாதாரணமாகப் போர் நிகழும் இடத்திற்குப் பின்புறத்திலிருக்கும். ஆயின், இவர் முன்-எல்லையிலேயே இருந்து கொண்டு ஏவுகணையைச் சுட்டு அதனைக் கட்டுப்படுத்துவார். இலக்கின் சரியான இடத்தை அவர் அறிந்திருந்தால் போதும் ; இலக்கினைக் கண்ணல் பார்க்க வேண்டுமென்ற அவசியம் இல்லை. காரணம், அவர் இராடார் திரையில் காணும் சுவட்டினைக்கொண்டு இலக்கின் இடத்தை அறுதியிட்டு அஃது இலக்கினை நோக்கி வழி கண்டு செல்லுமாறு செய்யலாம்.

வானெலி வழிகாட்டி செயற்படாமல் செய்யப் பெறுவது எளிது. அதனைப் பயன்படுத்தும் ஏவுகணைகள் பல்வேறுவகை வானெலி அதிர்வு-எண்களில் செயற்படுமாறு அமைக்கப்பெறுகின்றன. ஏவுகணையைச் சுடுவதற்கு முன்னர் அனுப்பும் கருவியிலும் ஏற்கும் கருவியிலும் ஓர் அதிர்வு-எண்ணுக்குத் திருப்பி, அந்த அதிர்வு-எண்ணை எதிரி கண்டறிவதற்குக் காலந்தராமல் அதனைச் சுட்டுவிட வேண்டும்.

வானெலி ஆணை வழிகாட்டி அமைக்கப்பெற்றுள்ள ஒரு சில ஏவுகணைகள் தம்முடைய மூக்கில் ஒரு தொலைக்

காட்சிக் காமிராவையும் கொண்டுள்ளன. இந்த ஏவு கணைக்கு முன்னதாகவுள்ள காட்சியை நிலத்திலுள்ள ஒரு திரைக்கு அனுப்புகின்றது. திரையில் இலக்கு நடுவிலிருக்கு மாறு செய்து, ஏவுகணை காணும் எல்லையினின்று மறைந்த பிறகும் அதனைச் செல்லும்வழியில் செலுத்தலாம். இதனால் இந்த அமைப்பு, மிக நீண்ட எல்லைகட்குப் பயன்படுகின்றது

4. **இராடார் ஆணை வழிகாட்டி:** இராடார் ஆணைக்கு ஏவுகணையில் அதிகக் கருவியமைப்பு இருக்கத் தேவை



படம் 29: இராடார் ஆணை வழிகாட்டி

1. மோதல் நிகழும் முனை; 2. ஏவுகணையின் சுவடறியும் இராடார்; 3. இலக்கின் சுவடறியும் இராடார்; 4. கணக்கிடும் கருவியும், ஆணை அனுப்பும் கருவியும்; 5. பணியாளர்களுடன் தொடர்புகள்; 6. முன்னதாகவே எச்சரிக்கும் இராடாருடன் தொடர்பு.

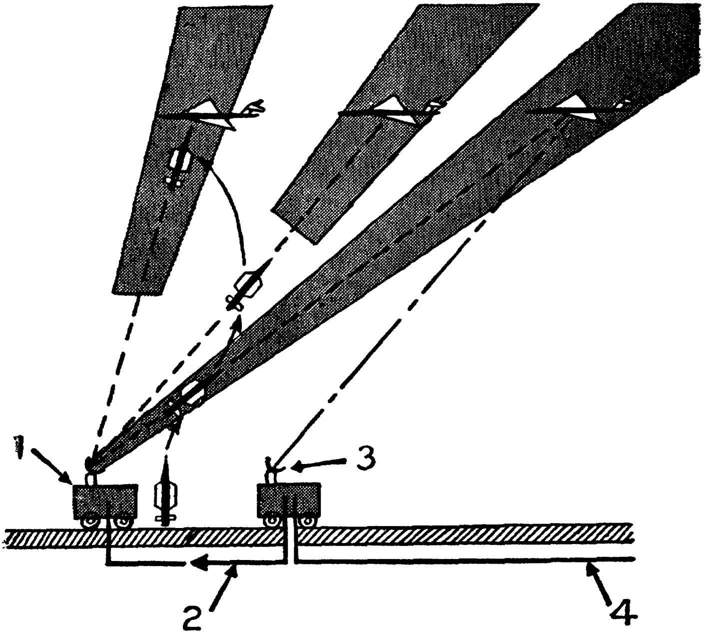
இல்லை. ஆனால், நிலத்தில் அந்த அமைப்பு மிக அதிகமாகத் தேவை. இதில் இரண்டு இராடாரின் அனுப்பும் கருவிகள் பங்கு பெறுகின்றன. அவற்றுள் ஒன்று இலக்கினைத் தேடி யறிந்து அதன் வேகம், இருப்பிடம் இவற்றிற்கேற்ப அதனை விட்டு விலகாதிருக்கின்றது. மற்றொன்று ஏவுகணையின் இடம், வேகம் இவற்றிற்கேற்ப அதனை வழி நடத்தப் பயன் படுகின்றது. இந்த இரண்டு இராடார் அமைப்புக்களி னின்றும் கிடைக்கும் தகவல்கள் (data) கணக்கிடும் அமைப் பிற்கு அனுப்பப்பெறுகின்றன. கணக்கிடும் கருவி ஏவுகணை செல்ல வேண்டிய சரியான வழியினை மிக விரைவாகக் கணக்கிடுகின்றது. இதனால் ஏவுகணை இலக்கினைத் தடுத்து அழிக்க முடிகின்றது. மிகத்திறனுடன் செயற்படும் வழி காட்டி அமைப்புக்களில் இது சிறந்தது.

5. வானொலி நேவிகேஷன்[2] **:** இதில் இரண்டு அனுப்புங் கருவிகள் நிலத்தில் தெரிந்த இடங்களில் இருக்கவேண்டும். ஆனால், இஃது இராடார் வழிகாட்டி அமைப்பினைவிட எளிய அமைப்பினைக் கொண்டது. ஏவுகணையினுள்ள ஓர் ஏற்கும் கருவி நிலத்தின் இரண்டு நிலையங்களினின்றும் ஒழுங்கான இடை வேளைகளில் அனுப்பப்பெறும் சைகைச் செய்திகளை ஏற்கின்றன. செய்திகள் ஏற்கப்பெறும் காலங்களின் வேற்று மையை அளந்து அதிலிருந்து அனுப்பும் கருவிகளிலிருந்து அந்த ஏவுகணை எவ்வளவு தொலைவிலுள்ளது என்பதைக் கணக்கிடலாம். இந்தத் தகவலையும் அது வானத்தில் இருந்த காலத்தையும் சேர்த்து அதனுடைய சரியான இருப் பிடத்தைக் கண்டறியலாம். இஃது இலக்கின் சரியான வழியில் இராவிட்டால் அது தானாக இலக்கினை நோக்கிச் செல்லுமாறு திருப்பிவிடப்பெறுகின்றது.

---

2. **Radio Navigation.**

6. கற்றைச் சவாரி வழிகாட்டி[3]: இந்த அமைப்பில் ஏவுகணை இலக்குடன் விலகாதிருக்குமாறு செய்யப்பெற்றுள்ள ஒளி அல்லது வானொலிச் சைகைச் செய்திகளின்



படம் 30: கற்றைச் சவாரி வழிகாட்டி

1. இலக்கு இராடார்; 2. பணியாளருடன் தொடர்பு;
3. இலக்கின் சுவட்டினை அறியும் இராடார்;
4. முன்னதாகவே எச்சரிக்கை தரும் இராடாரினின்றும் இணைப்பு.

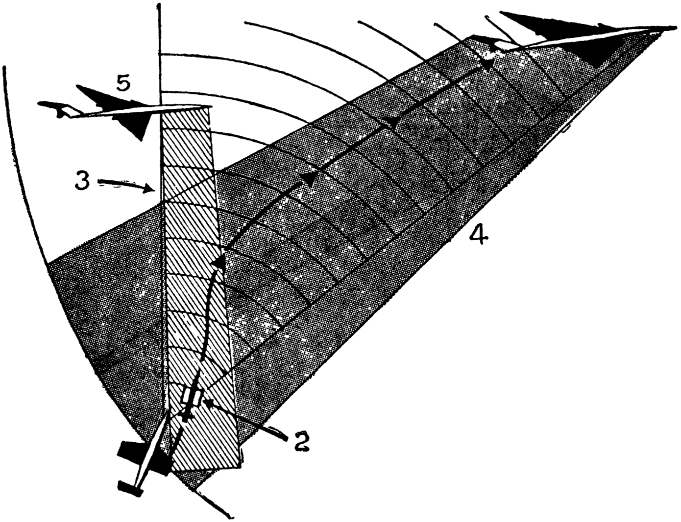
ஒரு குறுகிய 'பென்சில் கற்றை'யின் வழியாகப் பறந்து செல்லுகின்றது. பெரும்பாலும் இது வானத்திலிருந்து-வானத்திற்கு அல்லது தரையிலிருந்து - வானத்திற்குச்

3. Beam Riding Guidance.

செலுத்தப்பெறும் போர்க்கருவிகளில் பயன்படுகின்றது. இதற்கு இராடார் ஆணை வழிகாட்டியைவிட அதிகத் தளவாடம் தேவையில்லை. ஒரே சமயத்தில் இஃது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பல ஏவுகணைகளைக் கட்டுப்படுத்துதல் கூடும். தொலைவிற் கேற்றவாறு கற்றையின் அகலம் அதிகரிக்கக் கூடுமாதலால், அனுப்பும் கருவியில் இஃது எவ்வளவுக் கெவ்வளவு குறுகலாக அனுப்பப்பெறக் கூடுமோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு குறுகலாக அனுப்பப்பெறுதல் வேண்டும். ஏவுகணை சுடப்பெற்றவுடன் அதே சமயத்தில் அதனைப் பற்றுவதற்காகவும், பற்றின பின்னர் அதனைப் பெருங் கற்றையினுள் (Main beam) நெறிப்படுத்துவதற்காகவும் மிக அகன்ற ஒரு 'சேகரிக்கும்' கற்றை அதே சமயத்தில் அனுப்பப்பெறுகின்றது. இந்தப் பெருங்கற்றையினுள் வானொலிக் கருவித் தொகுதியினால் ஏவுகணை நிலைநிறுத்தப் பெறுகின்றது.

வானத்தினின்றும் - வானத்திற்கு அனுப்பப்பெறும் அமைப்பில் போரிடும் விமானம் தன்னுடைய மூக்கில் ஓர் 'துருவி ஆராயும் இராடார் கருவி'யைக் கொண்டுள்ளது. அது தனக்கு முன்னுள்ள வானத்தையெல்லாம் துலக்கி இலக்கினைக் கண்டறிந்து அதனைவிட்டு விலகாதிருக்கச் செய்கின்றது. போர் விமானம் தனது எல்லைக்குள் வந்தவுடன், ஏவுகணை சுடப்பெற்று இராடார்க் கற்றையின் மையத்தில் வைக்கப்பெறுகின்றது; உடனே அஃது அங்கிருந்து இலக்கினை நோக்கிப் பறந்து செல்லுகின்றது. அது பகைவனை அழிக்கக்கூடிய அளவு நெருங்கி அண்மையில் வந்ததும் அதனுடைய போரிடும் முனை (War head) அண்மையிலுள்ள ஒரு மருந்து வத்தியால் (Fuse) வெடிக்கப் பெறுகின்றது.

7. பாதி - சுறுசுறுப்பு வழிகாட்டி[4]: இந்த அமைப்பு ஓர் ஆற்றல் வாய்ந்த நில இராடாரைப் பயன் படுத்துகின்றது. இஃது இலக்கினைக் கண்டறிந்து அதனைவிட்டு விலகாதிருந்து மிகவன்மையான இராடார்க் கற்றைகளைக்கொண்டு அதனை ஒளிபெறச் செய்கின்றது. இந்த இராடார்க் கற்றைகள் இலக்கினின்றும் பின்னோக்கித் திருப்பி அனுப்பப்பெறு



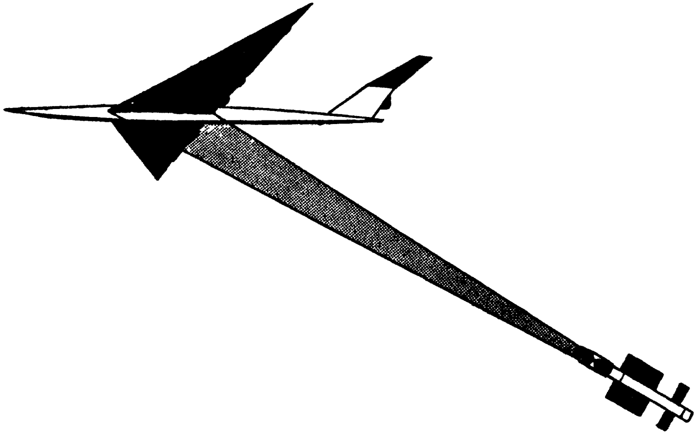
படம் 31: பாதி - சுறுசுறுப்பு வழிகாட்டி

1. தடுக்கும் அமைப்பு;
2. ஏவுகணை;
3. விரிபடுங்காலத்தில் இராடார்க் கற்றையின் திருப்பம்;
4. தாக்கும் இறுதிநிலையில் இலக்கினின்றும் வரும் கற்றையின் திருப்பம் (திருப்பக் கோணத்தின் மாற்றம் ஏவுகணையின் தடுத்தல் வழியினை மாற்றுகின்றது.);
5. இலக்கு.

---

4. Semi - Active Homing.

கின்றன. இவை ஏவுகணையின் மூக்கிலுள்ள ஏற்புக் கருவியால் ஏற்கப்பெறுகின்றன. அதன் பிறகு ஏவுகணை திருப்பங்கள் (Reflections) அடையும் மூலத்தை நோக்கிப் பறந்து சென்று, தானாக இலக்கினை நோக்கிப் பாய்ந்து ('homes') அதனை மோதுவதனாலோ அல்லது அண்மையிலுள்ள மருந்து வத்தியினைப் பயன்படுத்தியோ அழிக்கின்றது.



படம் 32 : சுறுசுறுப்பு வழிகாட்டி

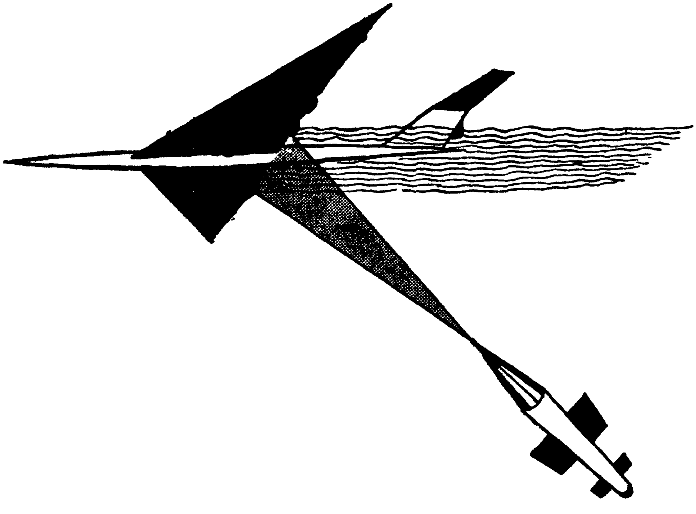
8. **சுறுசுறுப்பு வழிகாட்டி**[5]: இதுகாறும் கூறப்பெற்ற அமைப்புக்களைப் போலன்றி, இஃது எல்லா ஏற்பாடுகளையும் தானே கொண்டுள்ளது. இதற்கு நிலத்தில் கருவித் தொகுதிகள் ஒன்றும் இல்லை. இதனால் இஃது எளிதில் இயங்கக்கூடியது; ஆனால் மிகச் சிக்கலானதாகவும் பருமனுள்ளதாகவும் உள்ளது.

இந்த ஏவுகணை தன்னுடைய இராடார் ஏற்புக் கருவியினையும் அனுப்பும் கருவியினையும் சுமந்து செல்வதைத்

---

5. Active Homing.

தவிர, மற்ற வகையில் இது மேற்குறிப்பிட்ட பாதி சுறு சுறுப்பு வழிகாட்டி அமைப்பினைப் போலவே செயற்படு கின்றது. இது சுடப்பெறும்பொழுது இதிலுள்ள அனுப்பும் கருவி சைகைச் செய்திகளை அனுப்புகின்றது. இச்செய்திகள் இலக்கினின்றும் பிரதிபலிக்கப்பெற்றுத் திரும்புகின்றன. இவற்றை ஏற்குங் கருவி ஏற்கின்றது. இது திருப்பம் செய்யப்பெற்ற மூலத்தை நோக்கி எங்ஙனம் ஏவுகணையைச் செலுத்துவது என்பதைக கட்டுப்படுத்தும் அமைப்பிற்கு அறிவிக்கின்றது.



படம் 33: செயலற்ற வழிகாட்டி

9. **செயலற்ற வழிகாட்டி**[6]: போர்க் கருவி அமைப்பினின் றும் எந்த வகையான சைகைச் செய்திகளும் அனுப்பப் பெருததால் இஃது இப்பெயரினைப் பெறுகின்றது. இதற்

6. Passive Homing.

குப் பதிலாக ஏவுகணையில் பொருத்தப்பெற்றுள்ள ஒரு பொறியமைப்பு இலக்கினின்று வெளிவரும் அல்லது இலக்கினுல் உண்டாக்கப்பெறும் ஏதாவது ஒருவகை ஆற்றலுக்கேற்றபடி இயங்கி அந்த இலக்கினை நோக்கி ஏவுகணையைச் செலுத்துகின்றது. தாமாகச் சென்று தாக்கும் டார்ப்பிடோக்கள் இதற்கு எடுத்துக்காட்டுக்களாகும். இவற்றில் பொருத்தப்பெற்றுள்ள **ஒலிசார்ந்த அமைப்பு** (Acoustic system) கப்பல் இயந்திரம் உண்டாக்கும் ஒலிகளைக் கொண்டு அதனை நோக்கிச் சென்று தாக்குகின்றது.

ஏவுகணைகளில் பொருத்தப்பெறும் தாமாகச் சென்று தாக்குவதற்கேற்ற அமைப்பு அகச் சிவப்பு அல்லது வெப்பத்தை நாடும் பகுதியாகும். இந்த அமைப்பு ஏவுகணையின் மூக்கில் பொருத்தப்பெற்றுள்ளது. இந்த அமைப்பு இலக்கு வெளிவிடும் வெப்பத்தை, குறிப்பாக அதன் பொறிகளினின்றும் வெளிப்படும் வெப்ப வாயுக்களை, நாடிச் சென்று ஏவுகணை இலக்கினைத் தாக்க வழிசெய்கின்றது. இந்த அமைப்பு மிகவும் நுட்ப உணர்வுடையது; ஒரு மைலுக்கப்பாலிருப்பினும் இது சாதாரண மின்சார வீட்டடுப்பினையும் கண்டறிய வல்லது. இதனைச் சிதைத்துவிட முடியாது. ஆனால், இந்த அகச் சிவப்புக் "கண்" அடர்ந்த மேகங்களினூடே பார்க்க முடியாது. இதனால் அகச் சிவப்பு ஏவுகணைகளைக்கொண்ட போர் விமானத்தில் வழிகாட்டப் பெறாத இராடார்-அமைப்பு ஏவுகணைகளின் மின்கலங்களைச் சுமந்து செல்லுகின்றன.

10. வானத்திற்குரிய வழிகாட்டி.[7] : இது 'விண்மீன் அடிச்சுவடறி கருவி' என்றும் வழங்கப்பெறுகின்றது; பன்னெடுங் காலமாக மாலுமிகட்கும் விமானிகட்கும் துணை

---

7. **Celestial Guidance.**

யாக இருந்த 'வானியல் - நேவிகேஷன்' (Astro - navigation) என்பதன் தானாக இயங்கவல்ல நகலாகும். இதில் இரண்டு அல்லது மூன்று வேறுபாடான அமைப்புக்கள் உள்ளன. ஆனால், அடிப்படையில் ஏவுகணையிலுள்ள தொலைநோக்கி ஒரு தேர்ந்தெடுத்த விண்மீனுடன் தொடர்புறுகின்றது. இதனால் அந்த விண்மீனுக்கு முன்னரே கணிக்கப்பெற்ற கோணத்தில் ஏவுகணையை வைக்கின்றது. கோணம் சதா மாறிக்கொண்டுதான் இருக்கும். ஆனால், ஏவுகணை இலக்கினை நோக்கி நெருங்கும்பொழுது அந்தக் கோணம் என்னவாக இருக்க வேண்டும் என்பதைக் கணக்கிடல் எளிது. இதன் காரணமாக, ஏவுகணைத் தொடர்புடன் விண்மீன் இந்தக் கோணநிலையில்தான் இருக்கவேண்டும் என்பதைத் தொலைநோக்கி காட்டுகின்றபொழுது ஏவுகணை முக்குளிக்குமாறு வழிகாட்டி அமைப்பினைத் திருப்பி வைத்தல் கூடும்.

11. இயங்காத் தன்மையுள்ள வழிகாட்டி[8] : எல்லாவகை வழிகாட்டிகளிலும் இதுதான் மிகவும் முன்னேற்ற மடைந்துள்ள அமைப்பாகும். இஃது ஏவுகணையிலேயே இருப்பது. இதனை எளிதில் சிதைக்க முடியாது. இது மிகத் திருத்தமாக அமைந்துள்ளது. இஃது ஓர் எளிய வடிவில் போர்க்காலத்து ஒருவகை வி-2 இல் பயன்படுத்தப் பெற்றது; இந் நவீன நீண்ட எல்லைத் தாக்கு ஏவுகணைகளில் பயன்படுத்தப் பெறுகின்றது.

இதன் அடிப்படைக் கருத்து மிகவும் எளிதானது. ஏவுகணை பறந்து செல்லும்பொழுது அது செல்லும் திசையில் ஏற்படும் ஒவ்வொரு மிகச் சிறிய மாற்றத்தையும் அளக்கவல்ல ஆக்செலரோமீட்டர்கள் (Accelerometers)

---

8. **Inertial Guidance.**

அல்லது ஜைராஸ்கோப்புகள் இதில் பயன்படுத்தப்பெறு கின்றன. இலக்கினை நோக்கிச் செல்லும் பாதையினின்றும் ஏவுகணை விலகிச் செல்லுவதாக ஏதாவது திசை மாற்றம் அமைந்தால் வழிகாட்டி அமைப்பு தானகக் கட்டுப் படுத்தும் கருவிகளை இயக்கி அதனைச் சரியாக வைக்கின்றது. இதிலுள்ள பொறியமைப்பு மிகச் சிக்கலாக உள்ளதால், அதனை ஈண்டு விளக்குதல் இயலாது.

இங்ஙனம் பல்வேறு வழிகாட்டி அமைப்புக்களும் பகுதிகளும் இணைந்து செயற்பட்டு ஏவுகணைகள் இலக் கினை அடையத் துணைபுரிகின்றன.

10. வளி மண்டலம்

பூமி வானவெளியில் சூரியனைச் சுற்றிவரும் ஒரு பாறைக் கோளமாகும் என்று நாம் கீழ்வகுப்புக்களில் படித்திருக்கின்றோம். பூமியின் மேற்பரப்பை ஒரு மெல்லிய காற்றுப் படலம் சூழ்ந்துள்ளது. இது **வளி மண்டலம்** (Atmosphere) என்று வழங்கப்பெறுகின்றது. இம் மண்டலம் நாம் யாவரும் வியக்கத்தக்க வகையில் பல செயல்களைப் புரிகின்றது. சூரியனிடமிருந்துவரும் **புற ஊதாக் கதிர்கள்** (Ultra-violet rays) பூமியில் அதிக அளவில் படியாதவாறு பாதுகாக்கின்றது. **விண்கற்களில்** (Meteorites) பெரும்பாலானவை பூமியில் விழாதவாறு தடுக்கின்றது. **அண்டக் கதிர்களை** (Cosmic rays) மிகுதியும் பாதுகாக்கின்றது. பூமியினின்றும் சூரிய வெப்பத்தால் மேலேறும் நீராவியைத் திரும்பவும் நீராகப் பூமிக்கு வரச் செய்கின்றது. அன்றியும், பூமியின் மேற்பரப்பை வெதுவெதுப்பாக வைத்துக் கொள்வதற்கேற்ற ஒரு கனத்த கம்பளம் போலவும் செயற்படுகின்றது. பூமியின் ஈர்ப்பு ஆற்றல் காற்றினைப் பூமியின் அருகில் இருக்குமாறு செய்கின்றது.

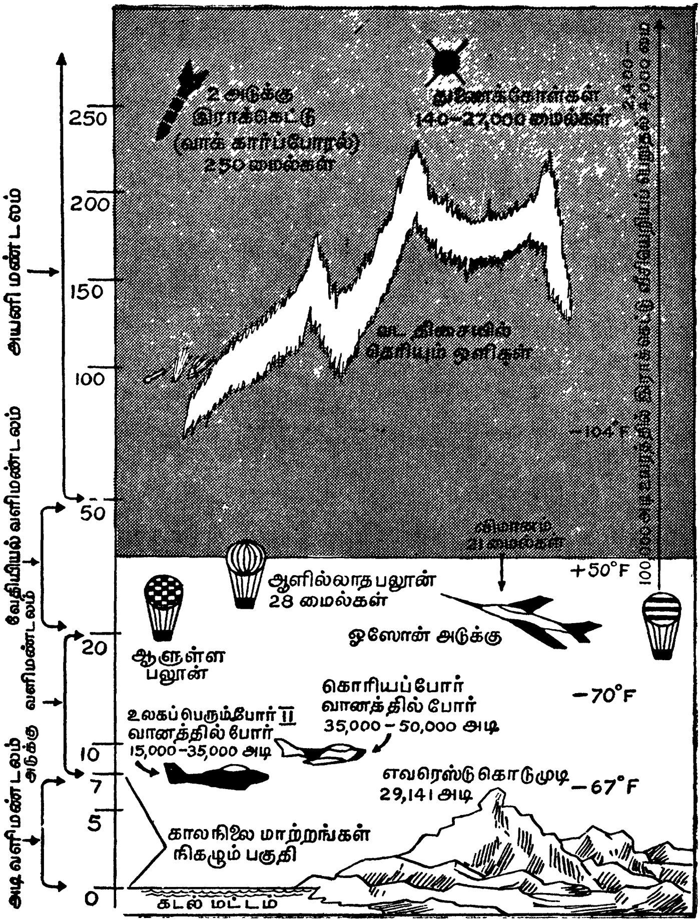
வளி மண்டலம் இத்தகைய பல்வேறு செயல்களைப் புரிவதை நாம் காணுங்கால் நாம் என்ன நினைப்போம்? நிலத்திலும் நீரிலும் வாழும் உயிரினங்களைப் பாதுகாப்பதற்காகவே நூற்றுக்கணக்கான மைல் தூரம் பரவியுள்ள ஒரு கனத்த வளிமண்டலத்தைப் பூமி கொண்டிருக்க வேண்டும் என்று கருதுவோமல்லவா? ஆனால், உண்மை நிலை என்ன? பூமியின் அருகில் அதிகமான காற்றும், பூமிக்கு அப்பால் மேலே போகப் போகக் குறைவான காற்றும் உள்ளது. கடல் மட்ட உயரத்திலுள்ள நம் உடலுக்கு

ஏற்ற காற்றழுத்தம் மூன்று மைல் உயரத்தில் பாதியாகக் குறைந்து விடுகின்றது. மலை ஏறுவோரும் வானூர்தி கடவுவோரும் இதனை நன்கு அறிவர். இரண்டு மைலுக்கு மேலே காற்றினைச் சுவாசிப்பது சிரமம். வானூர்திகளைக் கடவுவோர், 10,000 அடிக்குமேல் செல்ல நேரிடுங்கால் தம்முடன் ஆக்ஸிஜனைக் கொண்டு செல்லுகின்றனர்.

எனினும், **வீழ்மீன்கள்** (Meteors), பிற மூலங்கள் இவை மூலம் நம்முடைய வளிமண்டலம் 600 மைல்கட்கு மேலும் பரவியுள்ளது என்பதற்குச் சான்றுகள் கிடைக்கின்றன. நம்முடைய வளிமண்டலம் பல அடுக்குகளாக (Layers) நிலைபெற்றிருப்பதாக அறிவியலறிஞர்கள் கூறுகின்றனர். ஒவ்வோர் அடுக்கும் அதற்கடுத்த அடுக்கினின்றும் முற்றிலும் வேறாக உள்ளது என்றும் அவர்கள் மொழிகின்றனர்.

தாமாகப் பதிவு செய்து கொள்ளும் ஒளிப்படக் காமிராக்கள், வெப்பமானிகள், பாரமானிகள் போன்ற பல கருவிகளைப் பலூன்கள், இராக்கெட்டுகள் இவற்றில் அமைத்து நாம் வாழும் காற்றுக்கடலின் உயரமான பகுதிகளை அறிவியலறிஞர்கள் ஆராய்ந்து வருகின்றனர். சுமார் 120 மைல் உயரத்தில் காற்றின் எதிர்ப்பினால் நேரிடக்கூடிய **காற்றுத்தடை** (Air resistence) முழுதும் மறைந்து விடுகின்றதாகச் சொல்லப்படுகின்றது. ஏறக்குறைய 200 மைல் உயரத்தில் **வெற்றிடம்** (Vacuum world of space) தொடங்கி விடுகின்றதாகக் கருதலாம். இப்பொழுது வளிமண்டலத்தை நான்கு அடுக்குகளாகப் பிரித்துக் கூறுகின்றனர் அறிவியலறிஞர்கள்.

பூமிக்கு அருகிலுள்ள அடுக்கினை **அடிவளி மண்டலம்** (Troposphere) என வழங்குகின்றனர். இது கடல் மட்டத்



படம் 34: வளிமண்டல அடுக்குகள்

திலிருந்து ஏறக்குறைய 8 மைல் உயரம்வரை உள்ள பகுதி யாகும். காற்றின் ஐந்தில் நான்கு பகுதி இந்த அடுக்கினுல் நிரப்பப்பெற்றுள்ளது. இப்பகுதியில்தான் நாம் வாழ் கின்ருேம். இங்குத்தான் **காலநிலைபற்றிய மாற்றங்கள்** (Weather changes), புயல்கள், அமைதி நிலைகள், துருவப் பகுதிகளில் குளிர்ந்த காற்று, வெப்ப மண்டலப் பகுதிகளில் வெது வெதுப்பான காற்று முதலிய நிலைமைகள் உண்டாகின்றன. இங்குச் சதுர அங்குலத்திற்கு 14 இராத்தல் அழுத்தம், உண்டு. காலநிலைபற்றி அறிவதற்கு இப்பகுதியில் வானிலை ஆய்வாளர்கள் கவனம் செலுத்துகின்றனர். இப்பகுதியில் உயரத்தில் செல்லச் செல்லச் சுமார் 300 அடிக்கு 1°F வீதம் வெப்பம் குறைகின்றது; பனி உறை நிலைக்குக் கீழ் 67°F (அஃதாவது—67°F) வரை குறைந்து அதற்குமேல் குறையா மல் உள்ளது.

இதற்கு அடுத்துள்ள மேலடுக்கு **அடுக்குவளி மண்டலம்** (Stratosphere) எனப்படும். இஃது அடிவளி மண்டலத் தின் மேல் மட்டத்திலிருந்து கிட்டத்தட்ட 12 மைல் உயரம் வரை பரவி நிற்கின்றது. இங்கு ஒரே மாதிரியாக மென் காற்றுக்கள் வீசுகின்றன. இங்கு வெப்ப நிலைகள் கிட்டத் தட்ட —70°F வரை நிலவுகின்றன.

அடுக்குவளி மண்டலத்திற்கு மேலுள்ள பகுதி **வேதியியல் வளிமண்டலம்** (Chemosphere) என்பது. இஃது அடுக்கு மண்டலத்தின் மேல்மட்டத்திலிருந்து கிட்டத் தட்ட 30 மைல் வரை பரவியுள்ளது. இங்குச் சுமார் 10 மைல் உயரம் வரை **ஓஸோன்** (Ozone) அடுக்கு அமைந்துள் ளது. புற ஊதாக் கதிர்களும் ஆக்ஸிஜனும் மாற்றம் அடைந்து ஓஸோன் அடுக்கு ஏற்படுகின்றது. இந்த அடுக்கு தான் புற ஊதாக் கதிர்கள் பூமியின்மீது அதிகம் விழாமல்

பாதுகாக்கின்றது. இங்கு வெப்பநிலை கிட்டத்தட்ட 50°F வரை உயருகின்றது. இந்த வேதியியல் மண்டலத்திற்கு வெப்ப நிலை —104°F வரை இறங்குவதாகக் கண்டறியப் பெற்றுள்ளது. இந்த வளி மண்டலத்தில்தான் நமது உடலுக்குப் பல விபத்துக்கள் நேரிடக்கூடும் என்று அறிவியலறிஞர்கள் கருதுகின்றனர்.

இதற்கு மேலுள்ள பகுதி **அயனி மண்டலம்** (Ionosphere) என்று வழங்கப்பெறுகின்றது. இஃது வேதியியல் வளி மண்டலத்திற்குமேல் 150 மைல் வரை பரவியுள்ளது. இங்குக் காற்று மிக மெல்லிதாக இருப்பதுடன் மின்சாரத் தன்மையையும் பெற்றுள்ளது. வானொலிப் பொறிஞர்கள் இப்பகுதியில் சிறப்பாகக் கவனம் செலுத்தி வருகின்றனர். இங்குத்தான் காற்றிலுள்ள அணுக்களும் மூலக் கூறுகளும் கதிரவனிடமிருந்து வரும் **மின்-காந்த அலைகளினுல்** (Electro-magnetic waves) மோதுண்டு மின்சாரத் தன்மை எய்தி அயனிகளாகின்றன. இப்பகுதியில் வானொலி அலைகளில் **திருப்பம்** (Reflection) ஏற்படுகின்றது. வானமண்டலத்தில் இந்த மின்சார ஆடி (Electrical mirror) மட்டிலும் இல்லா விட்டால் வானொலிச் செய்திகளை நீண்ட தூரங்கட்கு அனுப்ப இயலாது. அயனி மண்டலம் வானொலி அலைகளைப் பூமிக்கே திருப்பிவிடுகின்றது; அவை திரும்பவும் துள்ளிக் குதித்து அயனி மண்டலத்தை அடைந்து அதற்கு மேலும் செல்லுகின்றன; இங்ஙனம் அவை நூற்றுக்கணக்கான மைல்கள் பிரயாணம் செய்தல் கூடும். சந்திரமண்டலத்திற்கோ அல்லது அண்மையிலுள்ள கோள்கட்கோ செல்லக்கூடிய இராக்கெட்டு விமானங்களை (Rocket ships) அமைக்கக்கூடுமானுல் இந்த மண்டலத்திலுள்ள உயர்ந்த வெப்ப நிலைகளையும் கதிர்வீசலால் நேரிடும் இடையூறுகளையும் தவிர்க்க வழி காணல் வேண்டும்.

அயனி மண்டலத்திற்கு மேலுள்ள பகுதியைப் **புறவளி மண்டலம்** (Exosphere) என்று வழங்குகின்றனர். இங்குக் காற்றின் துகள்கள் அங்கொன்றும் இங்கொன்றுமாக இருக்கலாம். இப்பகுதி படிப்படியாக வெற்றிடத்துடன் கலக்கின்றது. எவ்வளவு உயரத்தில் இங்ஙனம் கலக்கின்றது என்பதை அறிவியலறிஞர்கள் இன்னும் துணிந்து கூற முடியவில்லை. சுமார் 600 மைல் உயரத்தில் இது நிகழலாம் எனச் சிலர் கருதுகின்றனர். வான மண்டலத்தில் சென்றால்தான் இதன் இரகசியங்கள் யாவும் தெளிவாக அறிதல் கூடும்.

அயனி மண்டலத்திற்கும் புறவளி மண்டலத்திற்கும் இடையிலுள்ள பகுதியில் வானநூல் அறிஞர்களும் இராக்கெட்டுப் பொறிஞர்களும் சிறப்பான கவனம் செலுத்துகின்றனர். இராக்கெட்டு இப்பகுதியினைக் கடந்து செல்லுவதில் தடை இருப்பதாக அவர்கள் கருதுகின்றனர் இப்பகுதிக்கு அப்பால் காற்றின் தடையே முற்றிலும் இல்லாததாகி விடுகின்றது என்று கூறலாம்.

காற்று பத்து மைல் உயரத்தில் கடல்மட்ட அளவில் பத்தில் ஒரு பங்காகி விடுகின்றது; இருபது மைல் உயரத்தில் அது கிட்டத்தட்ட நூறில் ஒரு பங்காகக் குறைந்து விடுகின்றது; முப்பது மைல் உயரத்தில் ஆயிரத்தில் ஒரு பங்காகி விடுகின்றது. இங்ஙனம் அடர்த்தி குறைந்து கொண்டே வந்து சுமார் எழுபது மைல் உயரத்தில் அஃது இலட்சத்தில் ஒரு பங்காகிவிடுகின்றது. 10,000 அடிக்குமேல் பிரயாணம் செய்வோர் சுவாசிப்பதற்கு ஆக்ஸிஜனைக் கொண்டு செல்லவேண்டும். இராக்கெட்டுகட்குக் காற்று தேவையில்லையாதலின் அவை காற்றே இல்லாத வெளி மண்டலத்திலும் செல்லுகின்றன.

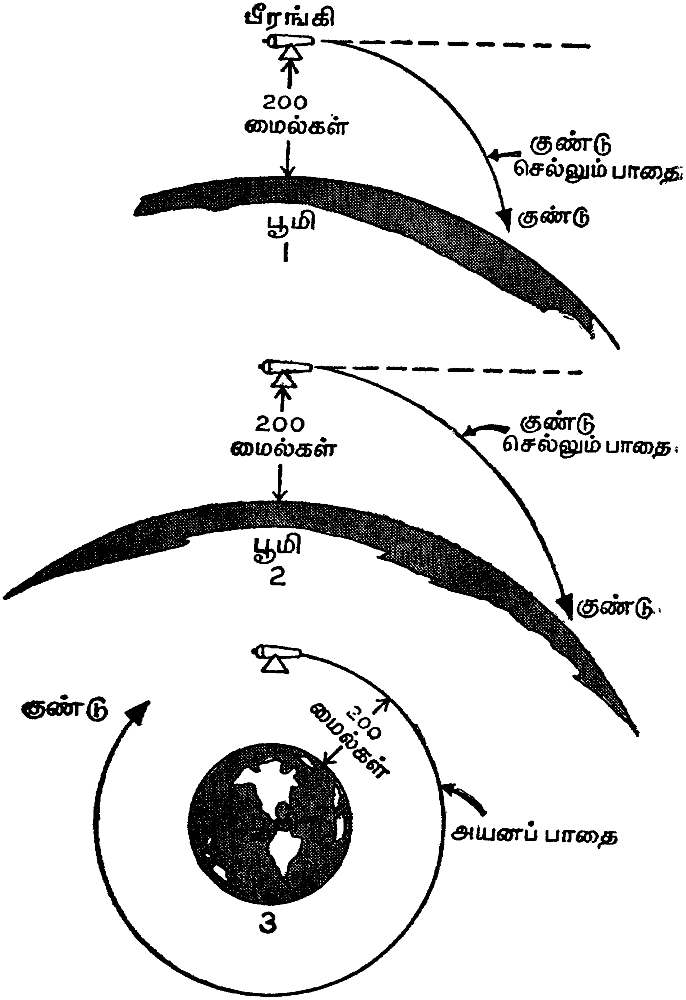
11. பூமியின் துணைக்கோள்கள்

நினைப்பிற்கெட்டாத நெடுங்காலமாகவே பூமியைச் சந்திரன் தொடர்ந்து சுற்றிக்கொண்டுவருகின்றான். சந்திரன் இயற்கையிலுள்ள ஒரு **துணைக்கோள்.** 1957ஆம் ஆண்டு அக்டோபர் 4ஆம் நாளிலிருந்து பூமிக்கு இரண்டு சந்திரர்கள் அமைந்தனர். இரஷ்யர்கள் அனுப்பிய **ஸ்புட்னிக்–I** என்ற செயற்கைச் சந்திரன் பூமிக்கு மற்றொரு பிள்ளையாக, இயற்கைச் சந்திரனுக்கு ஒரு தம்பி போல, அமைந்தது. அது பூமியை நாள்தோறும் சுற்றிவரத் தொடங்கியது.

அந்த நாளிலிருந்து மனிதனால் படைக்கப்பெற்ற எந்தப் பொருளும் மணிக்கு 6,800 மைல் வீதம் பிரயாணம் செய்யவில்லை. ஆயினும், சூரியனது மறைவிற்குப் பிறகு அல்லது விடியற்காலத்திற்கு முன்பதாகச் சூரியனது ஒளி பளபளப்பான அதன் புறப்பரப்பின்மீது படுங்கால் அது நமது ஊனக் கண்ணுக்கே தென்பட்டது; யாதொரு பொறியினாலும் இயக்கப்பெறாது தானாகவே அது மணிக்கு 18,000 மைல் வீதம் கீற்றுப் போடுவதுபோல் நகர்ந்து கொண்டிருந்தது.

அஃது அந்த இடத்தை எங்ஙனம் அடைந்தது? எது அதனை விழாமல் தாங்கியது? இதனைச் சிறிது விளக்குவோம்.

பூமிக்குமேல் 200 மைல் உயரம் அளவு ஒரு மலை இருப்பதாகவும், அங்குப் பூமியின் வளிமண்டலம் இல்லாததாகவும் கற்பனை செய்து கொள்ளுங்கள். இந்த மலையுச்சியின்மீது ஒரு பீரங்கி இருப்பதாகவும் கற்பனை செய்து கொள்ளுங்கள். பூமியின் கவர்ச்சி ஆற்றலின் இழுப்பின்



படம் 35: மலையுச்சியினின்றும் சுடப்பெறும் வெடிகுண்டு விழும் பாதையைக் காட்டுவது.

காரணமாக இந்தப் பீரங்கியினின்றும் படுக்கை மட்டமாகச் சுடப்பெறும் வெடி குண்டு (Shell) விரைவில் பூமியின் மீது விழும். வெடிகுண்டின் வேகம் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு அதிகமாக இருக்கின்றதோ அஃது அவ்வளவுக்கவ்வளவு அதிக தூரம் பிரயாணம் செய்த பிறகே பூமியின்மீது விழும். அதனுடைய நேர் வேகம் அல்லது வேகம் மிக அதிகமாக இருந்தால் வெடிகுண்டின் பாதையின் வளைவு (Curvature) பூமியின் வளைவினுடன் பொருந்தும். இந்நிலையில் வெடிகுண்டு பூமியை அடையாது. ஆனால், அந்தக் குண்டு 200 மைல் உயரத்தில் பூமியைச் சுற்றி விழுவதில் தொடர்ந்து சென்று கொண்டேயிருக்கும்.

அது கிட்டத்தட்ட வினாடிக்கு ஐந்து மைல் வீதம் (மணிக்கு 18,000 மைல் வீதம்) செல்லும்பொழுது பூமியின் கவர்ச்சி ஆற்றலுடன் சமநிலையாகி விடுகின்றது. இந்த வேகத்தில் அது கீழே விழாது, அது பூமியைச் சுற்றி **அயனப் பாதையில்** (Orbit) பிரயாணம் செய்துகொண்டிருக்கும். எனினும், பூமிக்கு 200 மைலுக்குமேல் 600 மைல் வரையிலும் கூடச் சில காற்றுத் துகள்கள் உள்ளன; இக் காற்றுத் துகள்கள் மனிதனால் படைக்கப் பெற்றுள்ள இந்தச் செயற்கை துணைக்கோளின் வேகத்தை மட்டுப் படுத்தும். 600 மைலுக்கு அப்பால், காற்றின் உராய்வே இல்லாத வெளியில், இத்தகைய செயற்கைத் துணைக் கோள் காலவரையறையின்றி அயனப்பாதையில் செல்ல வேண்டும். செயற்கைத் துணைக்கோளின் வேகம் வினாடிக்கு ஐந்து மைலுக்குக்கீழ்க் குறைக்கப் பெற்றால், அது பூமியின் கவர்ச்சி ஆற்றலால் கவரப்பெற்றுக் கீழே விழுந்து விடும். அத்தகைய ஒரு பொருள் பூமியின் வளி மண்டலத்தினூடே விழும்பொழுது அது காற்றின்மீது உராய்வதால் ஏரான

மான அளவு வெப்பம் உண்டாகின்றது. அப் பொருள் பூமியின்மீது விழுவதற்குள் இந்த வெப்பம் அதனை முற்றிலும் எரித்து விடுவதற்கும் காரணமாகலாம்.

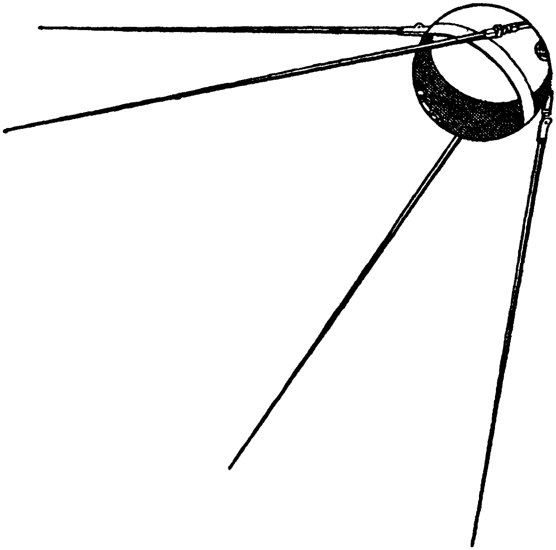
கிட்டத்தட்ட விநாடியொன்றுக்கு ஏழு மைல் வேகத்தில் (கிட்டத்தட்ட மணிக்கு 25,000 மைல் வேகத்தில்) ஓர் இராக்கெட்டு அல்லது ஏதாவது ஒரு பொருள் பூமிக்கு அப்பால் செல்லும்பொழுது அது பூமியின் கவர்ச்சி ஆற்றலின் இழுப்பினின்றும் தப்பித்து விடும். இத்தகைய இராக்கெட்டு சந்திரனுக்கும் பிரயாணம் செய்தல் கூடும். பூமிக்கு அருகில் வளி மண்டலத்தின் உராய்வு மிக அதிகமாக இருப்பதால் பூமிக்கு 100 மைல் அல்லது அதற்குக் குறைந்த உயரத்தில் ஒரு துணைக் கோளின் ஆயுள் ஒரு மணி அல்லது அதற்கும் குறைந்த காலம் ஆகும் என மதிப்பிடப்பெற்றுள்ளது. 200 மைல் உயரத்தில் ஒரு துணைக்கோள் பல வாரங்கள் வரை அயனப்பாதையில் தங்கலாம். 300 மைல், அல்லது அதற்கும் மேற்பட்ட உயரத்தில் மிக மிகக் குறைந்த காற்றே இருப்பதால் அஃது அதிக உராய்வினைத் தருதல் இயலாது. ஆகவே, அங்கு ஒரு துணைக்கோள் ஓர் ஆண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட காலம் வரையில் அயனப் பாதையில் தங்குகின்றது.

இவற்றை நினைவில் வைத்துக் கொண்டு **ஸ்புட்னிக் - I**[1] சென்ற முறையைக் காண்போம். ஸ்புட்னிக்-I மூன்றடுக்கு இராக்கெட்டின்மீது வைக்கப்பெற்றிருந்தது. முதல் இராக்கெட்டு சுடப்பெற்றதும், அஃது ஒன்றேகால் மைல் உயரம் சென்றது; அதன்பிறகு அது திட்டப்படி அமைக்கப்

---

1. **இது 1957 அக்டோபர் 4 இல் அனுப்பப்பெற்றது; திரும்பியது 4—1—1958 இல்.**

பெற்றுள்ள ஒரு வழிகாட்டி அமைப்பினுல் கட்டுப்படுத்தப் பெற்று ஒரு புறமாகச் சாயத் தொடங்கியது. அதன் பிறகு அது பூமியின் மேற்பிரப்பிற்கு 45° சாய்வில் மணிக்கு 4,500 மைல் வீதம் பிரயாணம் செய்து முதல்நிலை மோட்டார் நின்று கீழே விழுந்தது.

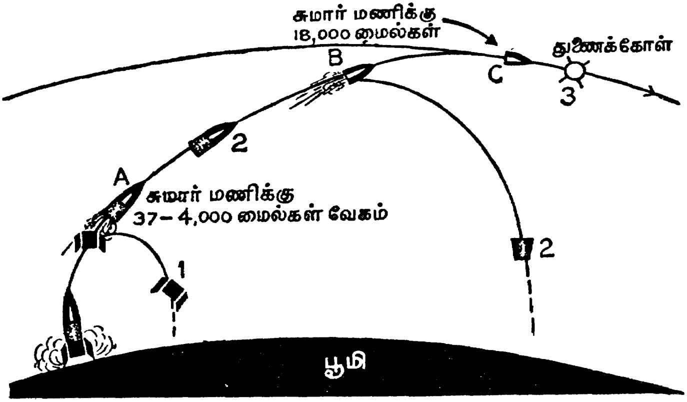


படம் 36: ஸ்புட்னிக் - I.

இந்நிலையில் அதன் வேகத்தைத் தணிக்கும் வளி மண்டலம் இல்லை; இப்பொழுது இரண்டாம்நிலை மோட்டார் இயங்கி அதன் வேகத்தை 11,250 மைலிலிருந்து 12,500 மைல் வரை விரைவாக முடுக்கி விட்டு அதுவும் கழன்று விழுந்தது. அதன்பிறகு தன்னுடைய மூக்கின் மீது சிறிய ஸ்புட்னிக்கைச் சுமந்து கொண்டிருந்த மூன்ருவது (இறுதி) நிலை மோட்டார் ஓர் ஆற்றலற்ற வளை

வாகவுள்ள பாதையில் பிரயாணம் செய்தது. இவ்வாறு நூற்றுக்கணக்கான மைல் உயரத்தில் பூமியின் மேற் பரப்பிற்கு இணையாக இருக்குமாறு மேலும் மேலும் சென்றது.

இராக்கெட்டு அனுப்பப்பெற்ற இடத்திலிருந்து 600 மைல் தூரத்திற்குமேல் சென்றதும் குறிப்பிடப்பெற்ற நேரம் வந்தது. இஃது அயனப்பாதையில் நுழைவதற் கேற்ற தருணமாகவே இருந்தது. ஆனால், அது போதுமான



படம் 37: செயற்கைத் துணைக்கோள் தூக்கி எறியப் பெறுவதைக் காட்டுவது

வேகத்திற்கு அண்மையில் கூடச் செல்லவில்லை. இந் நிலையில் மூன்றாவது நிலை மோட்டார் சுடப்பெறுவதன் மூலம் உயிர்பெற்று அதனை மணிக்கு 18,000 மைல் வீதம் முடுக்கிவிடாவிட்டால் அது, தான் வானவெளியில் சுவடிட்ட மிகப் பெரிய நீள் வட்டத்தின் கீழ்நோக்கியுள்ள பாதிப் பகுதியில் பூமியை நோக்கி விழத் தொடங்கி விடும்.

இப்பொழுது மூன்றாவது நிலை மோட்டார் செயற்படத் தொடங்கியது. இதன் இயக்கம் நிற்கும் தருணத்தில் அது ஸ்புட்னிக்கை வானவெளியில் தூக்கி எறிந்தது. அதன்பிறகு ஸ்புட்னிக் தனியாக வளி மண்டலத்திற்கு மிக உயரத்தில் ஒலியின்றி வேகமாகச் சுற்றத்தொடங்கியது. இனி, இந்தச் சிறிய துணைக்கோள் பூமியின்மீது விரைவாக விழுவதற்குக் காரணமே இல்லை. அப்படி விழுமென்று நினைத்தால் அது நமது தலையின்மீது ஒருநாள் சந்திரனே விழுந்து விடும் என்று நினைப்பது போலாகிவிடும்.

சந்திரன் செல்லும் அயனப்பாதை பூமியிலிருந்து கிட்டத்தட்ட 2,38,000 மைல் உயரத்தில் உள்ளது. அந்த உயரத்திடல் மணிக்கு 2,000 மைல் வேகத்திற்குச் சற்று அதிகமான வேகமே பூமியின் ஈர்ப்பு ஆற்றலை ஈடு செய்வதற்குப் போதுமானது. ஆனால், பூமிக்குமேல் ஸ்புட்னிக்குகள் செல்லும் 100 மைலுக்கும் 3,000 மைலுக்கும் இடைப்பட்ட உயரங்களில் மணிக்கு 18,000 மைல் வேகம் தேவைப்படுகின்றது. ஏனெனில், ஒருவர் பூமிக்கு அருகே நெருங்க நெருங்க ஈர்ப்பு ஆற்றலின் வன்மை மிக அதிகமாக உள்ளது.

நாம் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு தொலைவாக (உயரமாக)த் துணைக்கோள்களை அனுப்புகின்றோமோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு அவை அதிகமாகப் பயன்படுகின்றன என்பது வெளிப்படை. ஸ்புட்னிக்-I தோன்றுவதற்கு முன்னதாகவே பூமிக்கு அருகிலுள்ள நிலைமைகளைப்பற்றி ஏராளமான தகவல்களை அறிந்திருந்தோம். ஆனால், வளி மண்டலத்திற்கு அப்பாலுள்ள நிலைமைகளைப்பற்றி ஒரு சிறிதும் நமக்குத் தெரியாதிருந்தது. நாம் துணைக்கோள்களை மிக உயரத்திற்கு அனுப்பினால், அவை அங்கேயே

தங்கி விடும்; 400 மைல் உயரத்திலும் மிகச் சிறிய அளவுகள் வளி மண்டலம் இருப்பதால், அவை துணைக்கோள்களின் வேகத்தைப் படிப்படியாகத் தணிப்பதற்குப் போதுமானது. வேகம் தணியத் தணியப் பூமியின் ஈர்ப்பு ஆற்றலின் இழுப்பு அவற்றின் உயரத்தையும் இழக்கச் செய்கின்றது. நாளடைவில் அவை படிப்படியாகப் பூமிக்கு அண்மையில் வந்து, இறுதியாக வளி மண்டலத்தில் எரிந்தே போகின்றன.

துணைக்கோள்களை மிகச் சரியான வட்டப் பாதையில் செல்லும்படி செலுத்துவதே முதல் தடையாக இருந்தது. எடுத்துக்காட்டாக, ஸ்புட்னிக்-I இன் உயரம் மிகத் தொலைவான உயரத்தில் (apogee) பூமிக்குமேல் 588 மைலும், அதன் மிக அண்மையான உயரத்தில் (perigee) 142 மைலும் தான் இருந்தது. இதனால் ஒவ்வொரு சுற்றிலும் அஃது இறுதியான குறைந்த அளவு காற்று உள்ள வளி மண்டலத்திற்கு வந்து மூன்று மாதகாலமே தங்கும் வாய்ப்பு நேரிட்டது. ஆனால், அதற்குப் பின்னர் அமெரிக்கர்களால் அனுப்பப் பெற்ற வான்கார்டு-I (Vanguard-I)[2] என்ற துணைக்கோள் ஒரு நீள்வட்ட அயனப்பாதையில் நுழைந்தது. பூமியினின்றும் மிகத் தொலைவான இடத்தில் பூமி மட்டத்திற்குமேல் அதன் உயரம் 2,453 மைலும், அதன் மிக அண்மையான தூரத்தில் அதன் உயரம் 409 மைலும் இருந்தன. மிக அண்மையான தூரத்திலுள்ள அதன் உயரமே கணக்கிற்கு எடுத்துக் கொள்ளப்பெறாத மிகக் குறைந்த அளவில் அதன் வேகம் தணிந்து கொண்டிருப்பதால், அது கிட்டத்தட்ட ஆயிரம் ஆண்டுகள் விண்வெளியில் தங்கும் என்று எதிர்பார்க்கப்பெறுகின்றது.

---

2. 1958 மார்ச்சு 17இல் அனுப்பப்பெற்றது.

அமெரிக்காவும் இரஷ்யாவும் அனுப்பிய துணைக் **கோள்கள்** பருமனிலும் நோக்கத்திலும் பெரிதும் வேறு பட்டவை. வான்கார்டு-I மிக மிகச் சிறிய ஒரு கோளம். அதன் குறுக்களவு 6½ அங்குலம்; எடையும் 4 இராத்தலுக் குக் குறைவாகவே இருந்தது. ஆனால், அஃது ஒரு விளை யாடும் பொம்மையன்று. மிக்க அறிவு நுட்பம் வாய்ந்த பொறியியல் துணையால் 6½ அவுன்ஸ் எடையுள்ள மிகச் சிறிய வானொலியின் அனுப்பும் கருவியும், சூரியனின் கதிர் **வீச்சினை** அளக்கக்கூடிய 2½ அவுன்ஸ் எடையுள்ள பொறி அமைப்பும் (device), வேறு பல நுண்ணிய கருவியமைப் புக்களும் அதனுள் அமைக்கப்பெற்றன. அந்தத் துணைக் கோளின் ஒரு பகுதியில் **ஞாயிற்று மின்கலங்களின்** (Solar batteries) வரிசைகள் அமைந்திருந்தன. இவை சூரியனின் ஒளியை உறிஞ்சி அதன் உதவியால் சாதாரண மின்கலங் களைத் திரும்பவும் மின்னூட்டம் பெறச் செய்தன. இதனால் வான்கார்டு-I தொடர்ந்து பூமிக்கு **வானொலி எடுகோள்களை** (Radio data) அனுப்பிக்கொண்டே இருக்க முடிகின்றது.

ஸ்புட்னிக் II[3] ஐப்பற்றி அதிக விளம்பரம் இருந்தது. ஏனெனில், அது தன்னுள் **லைக்கா** (Laika) என்ற நாயை ஏற்றிக்கொண்டு சென்றது. வான்வெளியில் பிராணிகள் சாகாமல் பிழைத்து வாழுமா என்பதைக் கண்டறிவதே இதன் நோக்கம். லைக்கா ஒரு சிறிய பாதுகாப்பான அறையிலிருந்து கொண்டு (Pressurized cabin) மணிக்கு 18,000 மைல் வேகத்தில் செல்லுங்கால் அதன் இதயத் துடிப்புக்கள், உடலின் வெப்ப நிலை, பிற நிலைகள் யாவும் அது பாதிக்கப்பெறாத நிலைமையையே காட்டின. ஆயினும், அந்தச் சமயம் இரஷ்யர்கள் அச்சிறு பிராணி திரும்பவும்

3. இது 1957இல் நவம்பர் 3ஆம் நாள் அனுப்பப்பெற்றது. திரும்பி யது 14-4-58 இல்.

காற்று மண்டலத்திற்கு வருவதற்குரிய ஒரு நுட்ப முறையைக் கண்டறியாததால், எட்டு நாட்கள் கழித்து வலியற்ற முறையில் அப் பிராணி இறக்கவேண்டிய நிலை ஏற்பட்டது.

இக்காரணத்தால் அப் பிராணி பின்னர்க் கதிர் வீச்சின் விளைவுகளால் மரித்ததா என்று சொல்லுவதற்கு வேறு வழியே இல்லை. அது சிறிது காலம் பிழைத்திருந்ததுபோல் பிழைத்திருந்திருக்கலாம் என்ற நம்பிக்கையும் பின்னர் அமெரிக்கா அனுப்பிய டார்ப்பிடோ-வடிவ **எக்ஸ்புளோரர்-1**[4] என்ற துணைக்கோள் ஒரு சில நூறு மைல்களுக்கு அப்பால் வளிமண்டலத்தில் திண்ணிய கதிர் வீச்சு அடுக்கு அமைந்துள்ளது என்று காட்டிய மெய்ம்மையால் இல்லாதொழிந்தது. இந்த அடுக்கு ஒரு சில ஆயிரம் மைல்கள் பரவியுள்ளது என்றும், 600 மைலுக்குமேல் இது மிகத் திண்மையாக உள்ளது என்றும் இன்று நம்பப்பெறுகின்றது. 600 மைல் உயரத்தில் 2 மணி நேரத்தில் ஒரு மனிதன் தாங்கக்கூடிய உச்ச அளவு கதிர் வீச்சினைத் தரும் என்றும், இதற்கு மேலுள்ள உயரங்களில் கதிர் வீச்சின் திண்மை அதிகரிக்கின்றது என்றும், தக்க பாதுகாப்பின்றி இதனூடே செல்லும் எந்த உயிர்ப் பிராணியும் மரித்து விடும் என்றும் கூறுகின்றனர்.

விளங்காப் புதிராகவுள்ள **'வான் அல்லென் கதிர் வீச்சு வளைசூழல்'** (Van Allen Radiation Belt) என்ற மண்டலம்தான் முதலில் அனுப்பப்பெற்ற துணைக்கோள்கள் காட்டிய தகவல்களுள் மிக முக்கியமானது. இன்னும் ஆராய்ச்சிகளால் எல்லையற்ற வானவெளியைப்பற்றிய இரகசியமாகவுள்ள பல வியப்புக்குரிய செய்திகளை எதிர்காலத்தில் நாம் பெறப் போகின்றோம்.

---

4. 1958—ஜனவரி 31இல் அனுப்பப்பெற்றது.

12. விண்வெளியில் மனிதன்

நீலவான் முகட்டை முட்டித்
தாக்கிடு வோமே—இந்த
நீண்டவெளி தன்னைச் சுற்றிக்
கொள்ளை கொள்வோமே[1]

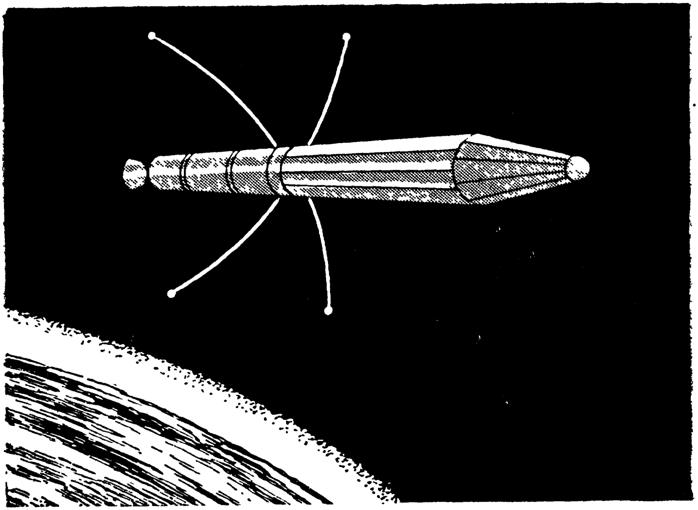
என்று கவிமணி அவர்கள் மனித இனம் காணும் கனவை—அவனது விடுப்பூக்கத்தை (Curiosity)—வெளியிடுகின்றார். ஆனால், அமெரிக்காவின் **எக்ஸ்புளோரர்** என்ற துணைக்கோள் வான மண்டலத்தில் கதிர் வீச்சு வளைசூழல் இருக்கின்றது என்றும், அது உயிரினங்களுக்கு விபத்துக்களை விளைவிக்கக் கூடியதென்றும் கண்டறிந்துள்ளது. இதனைக் கொண்டு மனிதன் தான் சந்திர மண்டலத்தை எப்பொழுதாவது அடைய முடியுமா என்று ஐயுற வேண்டியதில்லை. அங்ஙனம் ஐயுறுவது சிறுபிள்ளைத்தனமாகும். ஏனெனில், பயன்படத்தக்க ஒவ்வொரு கண்டுபிடிப்பும் சில பிரச்சினைகளைத் தரத்தான் செய்கின்றன. அவற்றை மனிதன் தன் மதிநுட்பத்தால் எப்படியாவது சமாளிக்க முயன்றாக வேண்டும். இதற்குப் பல ஆண்டுகள் ஆராய்ச்சி, கோடிக் கணக்கான ரூபாய் பொருட் செலவு, பலருடைய உயிரிழப்பு ஆகியவை நடைபெற வேண்டியிருக்கலாம். ஆகவே, சந்திர மண்டலத்தை விரைவாகவோ எளிதாகவோ அடைய முடியும் என்று எதிர்பார்ப்பதற்கில்லை. இது ஒருவகை முடிவு.

மற்றொரு வகையில் சிந்தித்தால், முதன் முதலாக வெற்றிகரமான வி-2 இராக்கெட்டு பறந்து பதினைந்து ஆண்டுகளில் வானவெளியில் ஒரு துணைக்கோள் அயனப்

---

1. **கவிமணி : மலரும் மாலையும்.**

பாதையில் சென்றதைக் கண்டோம். இதன்பிறகு மூன்றுண்டுகள் கழித்து இரஷ்யாவும் அமெரிக்காவும் ஒரு மனிதனை வான வெளியில் அனுப்புவதற்குத் தயார் செய்து கொண்டிருந்தன. இதிலிருந்து புதிய அறிவியல் துறையாகிய வானவெளிப் பயணத்தில் எவ்வளவு வேகமாக முன்னேற்றம் ஏற்பட்டுக் கொண்டுள்ளது என்பது தெளிவாகின்றதல்லவா?



படம் 38 : எக்ஸ்புளோரர் என்ற துணைக்கோள்

புதிய உயர்ந்த வகை-எரி-பொருள்கள் (Propellents) வளரச் செய்யப்பெறுவதற்கு முன்னர் வானவெளியில் பறந்து செல்வதற்கு அமைக்கப்பெறும் இராக்கெட்டு களின் எடை அவை சுமந்து செல்லும் ஒவ்வோர் இராத்தல் எடைக்கும் (pay-load) 1,000 இராத்தல் வீதம்

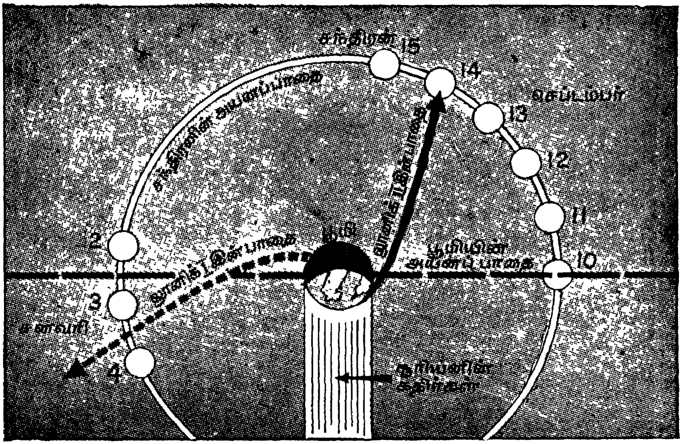
இருக்க வேண்டுமென்று வழக்கமாகக் கணக்கிடப் பெற்றது. இக் காரணத்தால்தான் அரும்பாடு பட்டு மிகச் சிறிய இலேசான கருவிகளை அமைத்தனர். இதனால் பிரத்தியேகமாக அமைக்கப்பெற்ற 22,600 இராத்தல் எடையுள்ள மூன்று நிலை இராக்கெட்டால் சுமந்து செல்லப் பெற்ற 21 இராத்தல் எடையுள்ள வான்கார்டு என்ற துணைக்கோளினைக்கொண்டு ஏராளமான தகவல்களைச் சேகரிக்க முடிந்தது. ஆனால், இரஷ்ய அறிவியலறிஞர்கள் தம்முடைய ஸ்புட்னிக்குகளுக்கு முதல், இரண்டாம் நிலை களில் மிகப் பெரிய இராக்கெட்டுகளைப் பயன்படுத்தத் தீர்மானித்தனர். இதனால் வியப்பூட்டத்தக்க பருமனும் எடையும் உள்ள பெரிய துணைக்கோள்களை அயனப் பாதை யில் வைப்பதற்கு அவர்களால் இயன்றது.

ஸ்புட்னிக்-Iஇன் எடை 184·3 இராத்தல் என்று அறிந்தவுடன் மேனாட்டு அறிவியலறிஞர்கள் அதிர்ச்சி யுற்றனர். இன்னும் **ஸ்புட்னிக்-II** மேலும் திகைக்கச் செய்யும் அளவிற்கு அரை டன் (1,120 இராத்தல்) எடை யாக இருந்தது. 1958ஆம் யாண்டு மே மாதம் 15ஆம் நாள் அனுப்பப்பெற்ற **ஸ்புட்னிக்-III**இன் எடை 1 டன் 6 அந்தர் (2,912 இராத்தல்) ஆக இருந்தது. இந்த எடை யுள்ள துணைக்கோள் 1,300 டன் எடையுள்ள இராக் கெட்டினால் வீசி எறியப்பெற்றது என்று நம்புவது இயலாதவொன்று. இதன் முன்பு 110 டன் எடையுள்ள **அட்லாஸ்** என்ற **கண்டந்தாண்டும் உந்து ஏவுகணை** (Atlas I C B M) ஒரு சிறிய சீறுவாணம்போல் காணப்பெறும். ஆகவே, இரஷ்யர்கள் மிக ஆற்றல் வாய்ந்த புதிய **எரி பொருள்களைக்** (Propellents) கொண்டிருத்தல் வேண்டும். மூன்றாண்டு கட்குள் இந்த எரி பொருள்கள் கிடைக்குமாறு செய்த அருஞ் செயல்கள் வியப்பிற்குரியவையாகும்.

1958இல் அமெரிக்காவும் இரஷ்யாவும் சந்திரனைச் சுற்றி வருவதற்கேற்ற ஒரு துணைக்கோளை அனுப்பத் தீர்மானித்தன. 2,453 மைல் உயரம்வரை மேலே சென்ற **வான்கார்டு**-I 2,38,000 மைல் வரை சென்று சந்திரனின் துணைக்கோளாக ஏன் அமைதல் கூடாது என்று கருதுவது அளவுக்கு மீறிய பேராசை என்று சொல்லுவதற்கில்லை. பூமியின் துணைக்கோளாக அயனப் பாதையில் வைக்கப் பெறுவதற்கு மணிக்கு 18,000 மைல் வேகம் தேவை யானது. இதற்குமேல் மணிக்கு 7,000 மைல் வேகம் இருந்தால் அஃது இராக்கெட்டு 'தப்பும் நேர் வேகத்தை' (Escape velocity) அடைவதற்குத் துணைசெய்கின்றது. இது கவர்ச்சி ஆற்றலின் இழுப்பினைச் சமாளித்துச் சந்திரனை நோக்கிப் போவதற்குப் போதுமானது. இதற்குமேல் மணிக்கு 1,000 மைல் வேகம் இருந்து மொத்தத்தில் மணிக்கு 26,000 மைல் (18,000 + 7,000 + 1,000) இருந்தால், 260 இலட்சம் மைல் (26 மில்லியன் மைல்) தொலைவி லுள்ள **வெள்ளி** (Venus) என்ற கோளினுக்கும் செல்வதற் குச் சாத்தியப்படும்.

அமெரிக்கா 88 அடி உயரமுள்ள **தோர் ஏபிள்** (Thor-Able) என்ற மூன்று நிலை இராக்கெட்டினைப் பயன் படுத்திச் சந்திரனை நோக்கிச் சுட்டது. இதில் **தோர் இடைநிலை எல்லை உந்து ஏவுகணையை** (Thor I R B M) முதல் நிலையாகப் பயன்படுத்தியது. இதிலுள்ள சுமை (pay-load) **பயனியர்**-I (Pioneer-I) என்பது; இது 30 அங்குலக் குறுக் களவுள்ளதும் 85 இராத்தல் எடையுள்ளதுமான ஒரு கருவிக் கொள்களனுகும்; இதில் முன்னேக்கிச் சுடப்பெறும் திட-எரிபொருள் இராக்கெட்டும் இருந்தது. இந்த இராக் கெட்டின் துணையால் பயனியர்-I என்ற துணைக்கோள் தன்னுடைய பயணத்தின் எல்லையை அடையும்பொழுது

அதன் வேகம் தணிக்கப்பெறும்; இதனால் அது சந்திரனைச் சுற்றியுள்ள ஓர் அயனப் பாதையில் நுழையும். 1958ஆம் ஆண்டு அக்டோபர் 11இல் வீசியெறியப் பெற்ற **பயனியர்**-I தன்னுடைய பாதையினின்றும் வழி விலகியது. ஆனால், அது திரும்பவும் பூமியின் வளி மண்டலத்தால் பின்னோக்கி இழுக்கப்பெறுவதற்கு முன்னர் 70,700 மைல் வான்வெளியில் பிரயாணம் செய்தது. இரஷ்ய அறிவியலறிஞர்கள் 760 இராத்தல் எடையுள்ள லூனிக்-I[2] என்ற



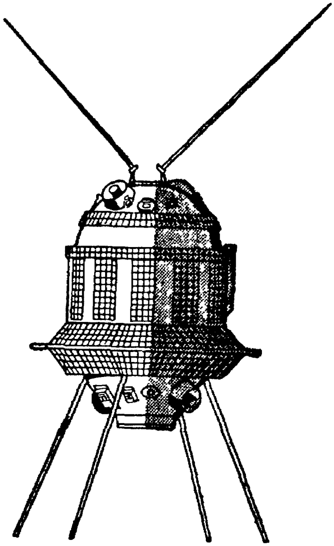
படம் 39: லூனிக்-I, லூனிக்-II இவற்றின் அயனப் பாதைகளைக் காட்டுவது.

துணைக்கோளை மிகச் சரியான பாதையில் அனுப்பி வெற்றி கண்டனர். அது சூரியனைச் சுற்றியுள்ள அயனப் பாதையில் நுழையத் தொடங்குவதற்கு முன்னர் 4,600

2. லூனிக் என்பது, அமெரிக்கர்கள் இரஷ்யர்களின் சந்திர மண்டல வெளி ஆராய்ச்சிக்குத் தந்த சாட்டுப் பெயர் (nickname).

மைல்கள் சந்திரனுக்குள் சென்றது. 1959ஆம் ஆண்டு சனவரி 2இல் சந்திரனை நோக்கி அனுப்பப்பெற்ற இது சந்திரனை அடையவில்லை. இது சுமார் 15 மாத காலம் சூரியனைச் சுற்றிக் கொண்டிருந்தது.

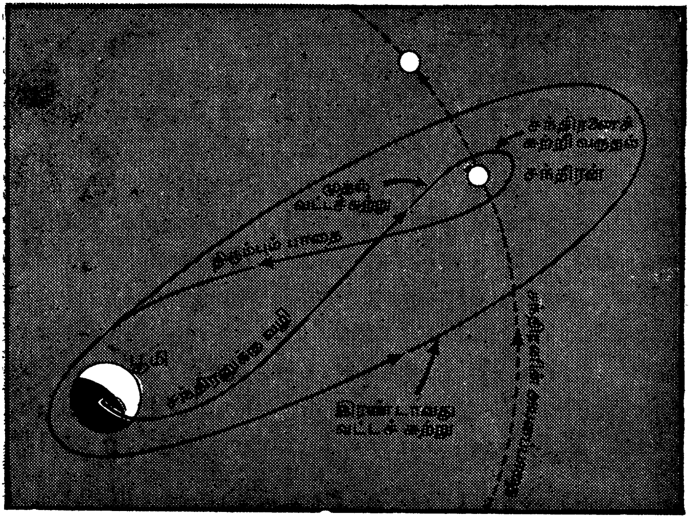
அமெரிக்காவின் **பயனீயர்-IV** என்ற துணைக்கோள் சூரிய அயனப் பாதைக்குள் பின் தொடர்ந்தது. ஆனால்,



படம் 40: லூனிக்-III என்ற துணைக்கோள்

அதற்குப் பின்னர் இரஷ்யா நம்பத்தகாத அளவிற்கு வேகமாகச் சென்றது. 1959ஆம் ஆண்டு செப்டம்பர் 14இல் 34 மணி நேரம் பறந்த பிறகு 858 இராத்தல் எடையுள்ள **லூனிக்-II** என்ற இரஷ்யத் துணைக்கோள் சந்திரனுக்குள் பாய்ந்து அதன் மேற்பரப்பில் 'சம்மட்டிகருக்கரிவாள்' அடையாளம் தாங்கிய மிகச் சிறிய கொடிகளைச் சிதறி

எறிந்தது. இதுதான் மனிதன் முதன் முதலாக விண்வெளியிலுள்ள மற்றொரு பொருளின்மீது பருப்பொருள் தொடர்பு கொண்டதாகும். அதே ஆண்டு அக்டோபர் 14இல் லூனிக்-III என்ற துணைக்கோள் மிக விரிந்த ஓர் அயனப்பாதையில் வீசியெறியப்பெற்றது. அந்த அயனப் பாதை சந்திரனைச் சுற்றியும் சென்றது. அங்ஙனம் செல்லும் வழியில் தானாகவே ஒரு சில ஒளிப்படங்களை



படம் 41: லூனிக்-III என்ற துணைக்கோள் பூமியினின்றும் பார்க்க முடியாத சந்திரனின் மறுபுறத்தின் சில படங்களை எடுத்தல்

எடுத்து, அவற்றை உருத்துலக்கி (Develop)த் திரும்பவும் தொலைக்காட்சிச் சாதனத்தின்மூலம் 300,000 மைல்கட்கு அப்பாலுள்ள பூமிக்கு அனுப்பின. இந்த மிகப் பெரிய அருஞ்செயல் பூமியினின்றும் எப்பொழுதும் மறைந்துள்ள

சந்திரனின் மறுபுறத்தைப் பற்றிய கிளர்ச்சியூட்டும் கண நேரத் தோற்றத்தை நமக்கு அளித்தது.

1960ஆம் ஆண்டு மே மாதம் 15இல் **ஸ்புட்னிக்-IV** என்ற துணைக்கோள் அயனப்பாதையினுள் சென்றது. இரஷ்யர்கள் இதனை ஒரு '**விண்வெளிக் கப்பல்**', (Space ship) என்றே வருணித்தனர்; இஃது அவ்வளவு பெரிதாக இருந்தது. மனிதனை அனுப்புவதற்கு அவர்கள் தயாரித்துக் கொண்டிருந்த ஊர்தி அளவு அது பெரிதாக இருந்தது. ஏதோ எதிர்பாராத வகையில் ஏற்பட்ட கோளாறின் காரணமாக அதனை மீண்டும் வளிமண்டலத்திற்கு இரஷ்யர்கள் கொண்டு வர முடியாது போயிற்று. அதே யாண்டு ஆகஸ்டு 10இல் அமெரிக்கர்கள் அனுப்பிய சிறிய **டிஸ்கவரர்-XIII** என்ற துணைக்கோளை அயனப் பாதையினின்றும் திரும்பப் பெற்றுப் புகழடைந்தனர். ஆனால், இரஷ்யர்கள் 9 நாட்களுக்குப் பின்னர், தாம் அனுப்பிய இரண்டாவது விண்வெளிக் கப்பலாகிய **ஸ்புட்னிக்-V**ஐத் திரும்பவும் பெற்றதால் இப்புகழ் மிகவும் மங்கிவிட்டது. இதனுள்ளிருந்த **பெல்க்கா, ஸ்ட்ரெல்கா** என்ற இரண்டு நாய்கள், நாற்பது சுண்டெலிகள், இரண்டு எலிகள், ஈக்கள், நுண்கிருமிகள் (Microbes) ஆகிய உயிர்ப் பிராணிகள் யாவும் பிழைத்துத் தப்பின.

அதற்குப் பிறகு இப்புத்தகத்தில் முதல் இயலில் குறிப்பிட்டவாறு **யூரி காக்கரின், ஆலன் பி. ஷெப்பர்டு, வி. ஐ. கிரிஸ்ஸம்** என்ற விண்வெளி வீரர்கள் விண்வெளிக்குச் சென்று வெற்றியுடன் திரும்பினர். இவர்களைத் தொடர்ந்து இரஷ்யாவிலும் அமெரிக்காவிலும் பல விண்வெளி வீரர்கள் இச் செயலில் வாகை சூடினர். 1963ஆம் ஆண்டு மே 15இல் அமெரிக்க விண்வெளி வீரர் **கார்டன் கூப்பர்** (Gordon Cooper) **ஃபெயித்-7** (Faith-7) என்ற

பெயர் கொண்ட விண் வெளிக் கூட்டில் பிரயாணம் செய்து 22 முறை பூமியைச் சுற்றி 600,000 மைல் பிரயாணம் செய்து வெற்றியுடன் திரும்பினர். இப் பிரயாணம் 34 மணி 16 நிமிடங்கள் நடைபெற்றது. இது தான் அமெரிக்கர்களின் மிகப் பெரிய சாதனையாகும். ஆனால், சென்ற ஆகஸ்டில் (1962) கர்னல் **பாப்போவிச்** என்ற இரஷ்ய விண்வெளி வீரர் 48 தடவைகள் பூமியைச் சுற்றி வந்தது ஈண்டு நினைவு கொள்ளத்தக்கது.

கூப்பர் விண்வெளிக் கூட்டில் ஏழரை மணி நேரம் தூங்கி எழுந்ததும் தாம் சுகமாக இருப்பதாக வானொலி மூலம் அறிவித்தார். ஏழாவது தடவை பூமியைச் சுற்றும் போது நான்கு நிமிடங்களில் சீனாவின் மேற்குக் கரையி லிருந்து தெற்கு எல்லையிலுள்ள ஷாங்காயைக் கடந்தார். கூப்பர் விண்வெளியில் தமது முதல் உணவாக இறைச்சி, வெண்ணெய், ரொட்டி, கேக், பழம், பட்டாணி, ஆரஞ்சு, திராட்சைச் சாறு ஆகியவைகளை அருந்தினர்.

இதுகாறும் அமெரிக்க விண்வெளி வீரர்கட்கு ஏற்படாத ஒரு கடுஞ்சோதனை இவருக்கு ஏற்பட்டது குறிப்பிடத்தக்கது. பதினெட்டாவது சுற்று முடிந்ததும் விண்வெளிக் கூண்டினை இறங்கவைக்கும் நுட்ப மின்சாரக் கருவிகள் சரியாகச் செயற்படவில்லை என்பதைக் காட்டும் அபாயக்குறி விளக்குகள் எரியத் தொடங்கின. இன்னும் நான்கு சுற்றுக்கள் நிறைவு பெற வேண்டும். தமது கூண்டில் நேரிட்ட இயந்திரக் கோளாறினை உடனே கூப்பர் வானொலி மூலம் அறிவித்தார். அந்தக் கருவிகளைச் சரிப்படுத்தக் கூப்பர், தாமாக மேற்கொண்ட முயற்சிகள் பயனற்றுப் போயின. இறுதிச் சுற்றும் நெருங்கி விட்டது.

இயந்திரக் கோளாறு ஏற்பட்ட செய்தியைக்கேட்டதும் கானவெரால்[3] முனையிலுள்ள (Cape Canaveral) விண்வெளி மையத்திலிருந்த (Space centre) அறிவியலறிஞர்களும் தொழில் நுட்ப வல்லுநர்களும் அதற்குக் கழுவாய் (பரிகாரம்) காண்பதில் முனைந்தனர். கூப்பரது விண்வெளிப் பயணம் முடிய இன்னும் ஐந்து மணிநேரம்தான் மீதமிருந்தது. கூப்பர் பயணம் செய்கின்ற விண்வெளிக் கூண்டு போன்ற படியொன்றினை உடனே தயாரித்து அதில் கோளாறு எங்கு ஏற்பட்டிருக்கும் என்பதைக் கூப்பர் கூறிய தகவல்களை வைத்துக் கண்டறிந்தனர். பிறகு கூப்பர் உடனே மேற்கொள்ளவேண்டிய நடவடிக்கைகளையும், எந்தச் சமயத்தில் இறங்கும் பயணத்தைத் தொடங்க வேண்டும் என்பதையும் விவரமான குறிப்புக்களை உருவாக்கினர். ஐப்பான் தீவுக்கருகில் ஒரு கப்பலிலுள்ள வானொலித் திசையறி நிலையத்திலிருந்து கூப்பருடன் உரையாடிக் கொண்டிருந்த கர்னல் ஜான் கிளென் (John Glenn) இவற்றைக் கூப்பருக்கு அறிவித்தார்.

மணிக்கு 17,500 மைல் (வினாடிக்கு 5 மைல் வேகம்) வேகத்தில் சென்று கொண்டிருக்கும் விண் வெளிக் கூண்டினைப் பாதுகாப்புடன் பூமியில் இறக்குவது மிக நுட்பமான செயலாகும். இந்த வேலை தானாக நடைபெறுவதற்கு இரண்டுவகை மின்சாரப் பொறிகள் கூண்டிலுள்ளன. இந்த இரண்டும் பழுதுபட்டதால் இத்தகைய கடும் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்திக் குறிப்பிட்ட தலத்தில் விண்வெளிக் கூண்டினை இறக்கும் செயலைக் கூப்பர் தம் கைகளினாலேயே செய்து வெற்றிபெற்றிருப்பது ஒரு மாபெரும் சாதனையாகும். கூண்டு சரியானதோர்

3. இன்று இது கென்னடி முனை என்று பெயர் மாற்றம் செய்யப்பெற்றுள்ளது.

இடத்திற்கு வந்ததும் எதிர் - இராக்கெட்டுகளை (Retro-rockets) இயக்கிவிட்டார் கூப்பர். இந்த இராக்கெட்டு களின் வால்பகுதியின் வழியாகக் கூண்டு செல்லும் எதிர்த் திசையில் பீச்சும் சுவாலையால் கூண்டின் வேகம் தணிக்கப் பெறும். வேறெந்தவகையிலும் விண்வெளியில் கூண்டினைத் தடுத்து நிறுத்த முடியாது. எதிர் இராக்கெட்டுகள் இயங்க இயங்க, கூண்டின் வேகம் குறைந்து கொண்டே வந்து அதன் அயனப்பாதையும் பூமியை நெருங்கத்தொடங்கியது. வேறு சில கருவிகளால் சரியான திசையில் கூண்டினைத் திருப்பி அது பூமியின் அருகில் நெருங்கியதும் ஓர் ஆரஞ்சு நிறக் குதிகொடையை (Parachute) விரித்து விட்டார் கூப்பர். பசிபிக் மாபெருங் கடலில் அறுதியிடப் பெற்ற இடத்தில் கூண்டும் வந்து இறங்கியது. அக்குதிகொடை 3,000 அடி உயரத்திலிருந்தபோது அதனைக் '**கியர்சார்ஜ்**' (Kearsarge) என்ற மீட்பு விமானத்திலிருந்தவர்கள் காண முடிந்தது. இயந்திரக் கோளாறு ஏற்படாமலிருந்தால் கூண்டு கப்பலில் பொருத்தப்பெற்றிருந்த ஒரு பிரத்தியேக மான வலையில் வந்து இறங்கியிருக்கும்.

இன்று இரஷ்யாவும் அமெரிக்காவும் விண்வெளி ஆராய்ச்சியில் அதிகமாக ஈடுபட்டுள்ளன; மாறி மாறிப் பல சோதனைகள் நிகழ்த்தியும் வருகின்றன. எதிர்காலத்தில் என்னென்ன வியப்பான நிகழ்ச்சிகள் ஏற்படப் போகின்றன என்பதை யார்தாம் முற்கூறவல்லார்? பிழைத்திருந்தால் நாமும், நம்பின்னே வரும் வழித்தோன்றல்களும் இவற்றைக் கண்டு அனுபவிக்கப் போகின்றோம். அவர்கள் சந்திரன் செவ்வாய் போன்ற கோள்கட்கும் பயணத்தை மேற்கொள்ளுதல் கூடும்.

13. வாழ்க்கைத் துறைகள்

இராக்கெட்டுக்கள், **எதிர்ப்பு ஏவுகணைகள்** (Guided missiles) இவைபற்றிய உற்பத்தி மிகவும் புதியது. இந்த உற்பத்திப்பெருக்கத்தில் பங்குகொள்ள விழையும் இளைஞர்கட்குப் பல சிறந்த எதிர்கால வாய்ப்புகள் உள்ளன. இதில் பல்வேறு வாழ்க்கைத் துறைகளும் உள்ளன. இத்துறைகள் யாவும் மிகப்பெரிய அளவில் கிளர்ச்சியூட்டும் தன்மையுள்ளனவாக அமைந்துள்ளன. இன்றைய நிலையில் இத்துறையில் பணியாற்றும் உண்மையான நிபுணர்களின் எண்ணிக்கை மிகக் குறைவாகவே உள்ளது; இவர்கள் யாவரும் போருக்குரிய ஏவுகணைகளைத் திட்டமிடுவதிலும் அவற்றை அமைப்பதிலுமே பங்கு கொண்டுள்ளனர். அமைதிக்கால **விண்வெளித் தேட்டத்தில்** (Exploration of space) இன்னும் பெரிய அளவில் முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பெறவில்லை.

எதிர்ப்பு ஏவுகணைகள் மிகவும் சிக்கலான அமைப்புக்களைக் கொண்டவை. பல அறிவியற்பகுதிகளின் அறிவியலறிஞர்கள், பொறியியல் வல்லுநர்கள் இவர்களடங்கிய ஒரு பெரிய குழுவினாலேயே (Team) அவற்றைத் திட்டமிடுதல் கூடும். ஆகவே, இந்தத் தொழிலில் எந்தக் குறிப்பிட்ட பகுதி தமக்குக் கவர்ச்சியாக உள்ளது என்பதை இளைஞர்கள் உறுதி செய்துகொள்ள வேண்டும். இங்குக் "காற்றுச் சட்டங்களையும்" (Air frames), ஆற்றல் நிலையங்களையும் அமைப்பதற்குப் பொறியியல் வல்லுநர்கள் தேவை; வழிகாட்டிக் கருவித்தொகுதிகளை நிறுவுவதற்கு மின்னியல் நிபுணர்கள் (Electronic experts) தேவை; எரிபொருள்களைத் தேர்ந்து தயார் செய்வதற்கு வேதியியலறிஞர்கள் வேண்டும். இவர்களைத் தவிர எல்லாவகைத்

தொழில் துறைகளிலிருந்தும் பதினைந்து இலட்சத்திற்கு மேற்பட்ட கருவிகளின் உறுப்புக்களைத் தயார் செய்யும் ஆண்களும் பெண்களும் தேவை. இந்த உறுப்புக்கள் ஏதாவதோர் ஆயுத அமைப்பில் இடம் பெறுகின்றன.

பிறவாழ்க்கைத் துறைகளைப் போலவே, இங்கும் சிறந்த தகுதிகளைப் பெற்றிருப்போருக்கு எதிர்கால வாய்ப்புக்கள் காத்துக் கொண்டுள்ளன. பெரும்பாலான தொழில்களுக்குப் பல்கலைக்கழகப் பட்டம் இன்றியமை யாததாக உள்ளது. ஆனால், பல்கலைக்கழகப் பயிற்சியின் றியே விரைந்து செயற்படும் மூளையையும் சரிநுட்பத்திற னுடன் பணியாற்றும் இயல்பும் பெற்றுள்ள ஓர் இளைஞன் மின்னியல் முறையில் செயற்படும் கணக்கிடும் பொறிகளை இயக்கவும், குடையும் கருவியமைப்பினைச் சுழற்றவும், தொலை ஒலிப்பான் (Telemetering) ஏற்கும் கருவிகளைக் கையாளவும் கற்றுக் கொள்ளலாம். இவை யாவும் இராக்கெட்டு வளர்ச்சியில் பெரும்பங்கு பெறுகின்றன.

தொழில் நுட்பத்திறனே அதுபற்றிய அறிவோ இல்லாதவர்கட்குக் கூட இத்துறையில் ஏராளமான வாய்ப்புக்கள் உள்ளன. இராக்கெட்டுகள், ஏவுகணைகள் இவற்றைச் செலுத்தும் துறையில் எண்ணிறந்தோர் தேவைப்படுகின்றனர். விமானப் படையினர், தரைப் படையினர், கப்பற் படையினர் இவர்கள் யாவரும் ஏவு கணைகளை இயக்குவதில் கவனம் செலுத்துகின்றனர். ஏனெனில், இந்த ஏவுகணைகள் இன்று துப்பாக்கிகள், டார்ப்பிடோக்கள், விமானிகளுடன் கூடிய ஒரு சில வகை வான ஊர்திகள் இவற்றின் இடங்களைப் பெற்றுவிட்டன. நல்ல பயிற்சி பெற்றுவிட்டால் அவர்கட்காக எண்ணற்ற அலுவல்கள் (Jobs) காத்துக்கொண்டுள்ளன.

மனிதர்களைக் கொண்ட துணைக்கோள்களை இயக்கும் தொழிலிலும், இன்று அமைக்கப்பெற்று வரும் விண் வெளியில் செல்லும் விமானங்களை இயக்கும் தொழிலிலும் இன்னும் வாய்ப்புக்கள் தக்கவாறு ஏற்படவில்லை. இதில் பங்கு பெறும் விமானிகள் மிகச்சிறந்த, நிபுணர்களாக இருத்தல் வேண்டும். இதில் பங்குபெற்று வல்லவர்களாக விரும்பும் இளைஞர்கள் பௌதிக இயல், வேதியியல், கணித இயல், வானநூல், மருத்துவ இயல் ஆகிய துறைகளில் தேர்ச்சிபெற்றவர்களாக இருத்தல் வேண்டும். இவற்றுக்கு மேல் இவர்கள் இராக்கெட்டுத் துறையிலும் மேலான கல்வியினைப் பெறுதல் வேண்டும்.

இன்று விண்வெளிப் பயணஇயலில் ஈடுபட்டுள்ள வர்கள் பெரும்பாலோர் பொறியியல் வல்லுநர்களாகவே உள்ளனர். குறிப்பாக மூன்று துறைகளைச் சேர்ந்த பொறி யியல் நிபுணர்கள் திட்டமிட்டு, உருவமைத்து, இறுதியாக இராக்கெட்டுக்களை அமைக்கின்றனர். அமெரிக்காவிலும் இரஷ்யாவிலும் இன்று இத்தகைய கல்வியினைப் பல்கலைக் கழகம் அளித்து வருகின்றது.

ஒரு சமயம் சோவியத் அறிவியலறிஞர் ஒருவர் இரஷ் யாவில் எங்காவது ஓரிடத்தில் வாழ்ந்து வரும் சிறுவன் ஒருவன் சந்திரனில் கைவீசி நடக்கும் முதல் மனிதனாக இருக்கலாம் என்று கூறியதாகப் படிக்கின்றோம். அவர் சொன்னது தவறாகவும் இருக்கலாம். அவர் குறிப்பிட்ட சிறுவன் பிரிட்டனிலும் இருக்கலாம்: அமெரிக்காவிலும் இருக்க நிறைய வாய்ப்பு உண்டு. இந்திய மண்ணில் பிறந்த உங்களில் ஒருவனாகவும் ஏன் இருத்தல் கூடாது?

பின்னிணைப்பு

கலைச்சொற்கள் விளக்கம்

அகச்சிவப்புக் கதிர்கள் (Infra - red rays): *நிறமாலையின்* (spectrum) *கண்காணும் சிவப்பு நிறத்திற்கு அப்பாலுள்ள கண்காணாக் கதிர்கள்.*

அகிலம் (Universe): *வானவெளியிலுள்ள கோள்கள், விண்மீன்கள் முதலிய அனைத்தும் அடங்கிய பகுதி.*

அடிவளி மண்டலம் (Troposphere): *பூமியின் அருகிலுள்ள வளிமண்டலத்தின் அடுக்கு. இது துருவங்களில் சுமார் 5 மைல் உயரம்; பூமியின் நடுக்கோட்டில் சுமார் 10 மைல் உயரம்.*

அடுக்குவளி மண்டலம் (Stratosphere): *வளிமண்டலத்தில் கடல்மட்டத்திற்கு மேல் சுமார் 8 - 20 மைல் உயரமுள்ள அடுக்கு இது.*

அண்டக்கதிர்கள் (Cosmic rays): *சூரியனிடமிருந்து பெருவேகத்துடன் பூமியை அடையும் கதிர்கள். அவற்றின் ஆற்றல் பல ஆயிர இலட்சம் வோல்ட்டுக்களுக்குச் சமம்.*

அயனப்பாதை (Orbit): *வானஇயலில் சூரியனைச் சுற்றிக் கோள்கள் செல்லும் பாதை. எ - டு. பூமியைச் சுற்றிக் கொண்டு சந்திரன் செல்லும் வழி.*

அயனி மண்டலம் (Ionosphere) : *வளிமண்டலத்திலுள்ள ஓர் அடுக்கு. இது கடல் மட்டத்திற்குமேல் 50 - 300 மைல் வரை பரவியுள்ளது. இதில் அயனியான வாயுக்கள் உள்ளன.*

அயனியாதல் (Ionization): இச் செயலால் ஏதாவது ஒரு பொருள் (எ-டு. பூமிக்கு மேலுள்ள காற்று மண்டலப் பகுதிகள்) மின்னூட்டம் ஏற்றப்பெற்று ஏராளமான ஆற்றல் உணடாக்கப்பெறுகின்றது.

இராக்கெட்டு (Rocket): சீறு வாணத்தின் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தித் தன்னுள்ளே நிகழும் வெடிப்புக்களின் எதிர்வினை அல்லது எதிர் - இயக்கத்தால் முன் செல்லும் எய்கருவி. அந்த வெடிப்பினால் உண்டாகும் வாயுக்கள் பின்புறமாகச் செல்லுவதால் (அவை பின்னுள்ள காற்றைத் தள்ளுவதால் அல்ல) இக்கருவி முன் நோக்கிச் செல்கின்றது.

இராக்கெட்டின் சுமை (Payload): இராக்கெட்டு சுமந்து செல்லும் வளிமண்டல நிகழ்ச்சிகளை அளக்கும் கருவித் தொகுதி, வானொலியின் அனுப்பும் கருவி, காமிராக்கள் முதலியவை அடங்கிய பகுதி இது. இவை இராக்கெட்டில் மூக்கில் அமைக்கப்பெறுகின்றன.

இராடார் (Radar): இது 'Radio Detection and Ranging' என்பதன் சுருக்கம். இப்பொறியமைப்பு வானொலிச் சிற்றலைகளைப் பயன்படுத்திப் பொருள்களின் இருப்பிடத்தை அறியும்.

ஈர்ப்பு ஆற்றல் (Gravity): பூமி பொருள்களைத் தன்னுடைய மையத்தை நோக்கி இழுக்கும் விசை இது.

உந்து விசை (Thrust): ஓர் இராக்கெட்டு தன்னுள்ளே வளர்க்கும் "தள்ளுதலி"ன் அளவாகும் இது; இஃது இராத்தல்களில் அளக்கப்பெறுகின்றது.

எக்ஸ்புளோரர்-I (Explorer-I): பூமியின் அருகிலுள்ள வளிமண்டலத்தையும், வளிமண்டலத்திற்கு அப்பாலுள்ள

வெளிமண்டல நிலைமைகளையும் ஆராய்வதற்கு அமெரிக்கர்களால் அனுப்பப்பெற்ற இவ்வகைப் பெயர்கள் தாங்கிய இராக்கெட்டு வரிசையில் முதலாவது. இதுதான் 'வான் அல்லென் கதிர்வீச்சு வளைசூழல்,' என்ற பெயர் கொண்ட கதிர்வீச்சு மண்டலத்தைக் கண்டது. இது 1958 சனவரி 31 இல் அனுப்பப்பெற்றது. இஃது உருளைவடிவமானது. இதுகாறும் (21-7-1961) இந்தவரிசையில் பல்வேறு நாட்களில், **ஒன்பது** வரை அனுப்பப் பெற்றுள்ளன.

எதிர்ப்பு இராக்கெட்டு (Retro-rocket): ஓர் ஊர்தியின் மீது அல்லது அதனுள் பொருத்தப்பெற்றுள்ள இராக்கெட்டு. ஊர்தியின் முன்னோக்கிச் செல்லும் வேகத்தைத் தணிப்பதற்குப் இது பயன்படுத்தப்பெறுகின்றது.

எரிந்துபோதல் (Burn out): எரிபொருள்கள் தீர்ந்து போன நிலையில், அல்லது அஃது இயந்திரத்திற்குச் செல்லுவதைத் தடுத்த நிலையில், இராக்கெட்டு எரிவது நின்று போகும் தருணம்.

எரிபொருள் (Propellent): உந்துவிசையை உண்டாக்குவதற்கு ஓர் இராக்கெட்டில் எரிக்கப்பெறும் திரவநிலை அல்லது திடநிலையிலுள்ள பொருள்.

ஏவுகணை (Missile): பகைவன்மீது அல்லது பகைவனுக்குச் சொந்தமான விமானங்களின்மீது வீசியெறியப் பெறுவது. பறந்து செல்லும்பொழுதே செல்லும் வழியில் சரியாகச் செலுத்தப் பெறுவது **வழிகாட்டி ஏவுகணை** (Guided missile); பறக்கும் முதல் நிலையின்பொழுது மட்டிலும் சக்தி தரப்பெற்று நெறிப்படுத்தப்பெறுவது **உந்து ஏவுகணை** (Ballisitc missile).

ஒலித்தடை (Sound barrier): ஒலியின் வேகமும் விமானத்தின் வேகமும் இணைந்து செல்லும்பொழுது உண்

டாகும் ஓர் உயர் அமுக்கமுள்ள காற்றுச் சுவர். இது விமானத்தைத் தடுத்து நிறுத்துகின்றது.

ஃபெயித்-7 (Faith-7): இது 1963 மே-15 இல் அமெரிக்கர்களால் வானவெளியில் எடையின்றி ஒருவர் எவ்வளவு காலம் தங்கியிருக்கலாம் என்று ஆய்வதற்கு அனுப்பப் பெற்ற விண்வெளிக்கூடு (Capsule). இதில் தங்கியிருந்தவர் 'கார்டன் கூப்பர்' என்ற விண்வெளி வீரர்.

கவர்ச்சி விதி (Law of gravitation): "இந்த அகிலத்திலுள்ள பொருள்கள் தம்மொடு தாம் கவரப்பெறும் ஆற்றல் அப் பொருள்களின் பொருண்மைகளின் பெருக்கற்பலனுக்கு நேர்விகிதத்திலும், அவற்றிற்கிடையேயுள்ள தூரத்தின் வர்க்கத்திற்குத் தலைகீழ் விகிதத்திலும் இருக்கும்" என்பதே இந்த விதி; சர் ஐசாக் நியூட்டன் கண்டறிந்தது.

குதிகுடை (Parachute). விபத்து நேருங்கால் விமானத்திலுள்ளோர் பூமியில் இறங்குவதற்குப் பயன்படும் ஒரு வித குடைபோன்ற அமைப்பு.

செல்லும் வழி (Trajectory): ஓர் இராக்கெட்டு அல்லது ஏவுகணை ஏவப்பெறும் இடத்திலிருந்து தாக்கும் இடம்வரை செல்லும் வழி இது.

ஞாயிற்று மின்கலம் (Solar battery): ஞாயிற்றின் ஒளியினால் மின்னூட்டம் பெற்று இயங்குவது. விண்வெளி ஆராய்ச்சியில் அனுப்பப்பெறும் தொலைக்காட்சிச் சாதனத்தில் பயன் படுவது.

டிஸ்கவரர் XIII (Discoverer-XIII): அமெரிக்க விமானப் படையினரால் திரும்பப்பெறும் யுக்திமுறைகள், வான வெளி நிலைமைகள், துணைக்கோள்கள் இயங்கும் உயரத்தில்

பொருள்களில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் முதலியவற்றை ஆராய அனுப்பப்பெற்ற துணைக்கோள்களுள் பதின் மூன்றுவது இது. 1960 ஆகஸ்டு 10இல் அனுப்பப்பெற்று மறுநாள் திரும்பப் பெறப்பட்டது. இதுவரை (21-7-61) இந்த வரிசையில் 26 துணைக்கோள்கள் அனுப்பப்பெற்றுள்ளன.

துணைக்கோள் (Satellite) : வானத்தில் ஒரு பெரிய கோளினைச் சுற்றி அயனப் பாதையில் சுற்றும் சிறுகோள். எ-டு. சந்திரன் பூமியின் துணைக்கோள்.

தொலை ஒலிப்பான் பதிவு (Telemetering) : ஓர் இராக்கெட்டிலுள்ள ஒரு கருவியிலிருந்து வான வெளியைப் பற்றிய தகவல்களை (Space data) வானொலி மூலம் நிலத்திலுள்ள ஒரு பொறிக்கு அனுப்பிப் பதிவு செய்யும் முறை.

பயனியர்-I (Pioneer-I) : இது ஆழ்ந்த விண்வெளி ஆராய்ச்சியில் கோள்களுக்கிடையிலுள்ள விண்வெளியின் நிலைமைகளைக் காணத் தொடர்ந்து அனுப்பப்பெற்ற துணைக்கோள்களுள் முதலாவது. இது 1958-அக்டோபர் 12-இல் அனுப்பப்பெற்றது. இது 71,000 மைல் உயரத்தை எட்டியது. இன்றுவரை (21-7-61) இந்த வரிசையில் **ஐந்து** துணைக்கோள்கள் அனுப்பப்பெற்றுள்ளன.

பல நிலை இராக்கெட்டுகள் (Multistaged rockets) : ஒன்றன் மீது ஒன்றுகப் பல இராக்கெட்டுகளை அமைத்து ஒன்றன் பின் ஒன்றுகச் சுட்டு மிக உயரத்திற்குச் செலுத்தப்பெறும் இராக்கெட்டுகளின் தொகுதி.

புறஊதாக் கதிர்கள் (Ultra-violet rays) : சூரிய ஒளியின் கண்காணுக் கதிர்கள்; இவை சுடுபுண்களை (Sunburn) உண்டாக்கும். கண்காணு அலைநீளங்களையுடைய இவை

நிறமாலையின் கண்காணும் ஊதாக் கதிர்களுக்கு அப்பாலுள்ளவை.

புறவாயு மண்டலம் (Exosphere) : கடல் மட்டத்திற்குச் சுமார் 200 மைல் உயரத்திற்கு மேலே உள்ள வளிமண்டலப் பகுதி.

போலேரிஸ் (Polaris) : இவை கடற் படையின் ஒரு வகை ஏவுகணைகள்; திட எரிபொருளைக் கொண்டவை. இந்த மாபெரும் இராக்கெட்டுகளைக் கப்பல் தளத்தினின்றும் இயக்க முடியாது. இஃது 1500 மைல்வரை செல்லக் கூடிய இடைநிலை எல்லை உந்து ஏவுகணை (IRBM) ஆகும். இது நீர் மூழ்கிக் கப்பலினின்றும் எய்யப்பெறலாம். ஒரு நீர்மூழ்கிக் கப்பல் 16 இவ்வகை ஏவுகணைகளைச் சுமந்து செல்லக்கூடும்.

மிகஅண்மை உயரம் (Perigee) : சந்திரன் அல்லது ஒரு செயற்கைத் துணைக்கோள் தனது அயனப் பாதையிலிருந்து பூமிக்கு மிக அண்மையிலுள்ள உயரத்தின் இடம்.

மிகத் தொலைவான உயரம் (Apogee) : சந்திரன் அல்லது ஒரு செயற்கைத் துணைக்கோள் தனது அயனப்பாதையிலிருந்து பூமிக்கு மிகச் சேய்மையிலுள்ள உயரத்தின் இடம்.

மின்காந்த அலைகள் (Electro-magnetic waves): மணிக்கு 1,86,000 மைல் வீதம் செல்லும் வானொலி அலைகள், ஒளி அலைகள் ஆகியவை.

மூலக்கூறு (Molecule) : ஒரு பொருளின் பண்புகளைப் பெற்றுள்ள அப்பொருளின் மிகச் சிறிய பகுதி. எ-டு. நீரின் மிகச்சிறிய பகுதி நீரின் தன்மைகளைப் பெற்றுள்ளது.

லூனிக்-I (Lunik-I) : லூனிக் என்பது அமெரிக்கர்கள் இரஷ்யர்களின் சந்திரமண்டல வெளி ஆராய்ச்சிக்குத் தந்த

சாட்டுப் பெயர் (Nickname). லூனிக்-I என்பது முதன் முதலாகச் சந்திரனுக்கு மிக அண்மையில் செல்லுமாறு அனுப்பப்பெற்ற முதல் இரஷ்யச் செயற்கைத் துணைக் கோள். இது 1959 சனவரியில் அனுப்பப்பெற்றது. சூரியனைச் சுற்றி இது சுமார் 15 மாதகாலம் சுற்றிக் கொண்டிருந்தது.

லூனிக்-II (Lunik-II) : இது 1959 செப்டம்பர் 12 இல் அனுப்பப்பெற்றது. இது சந்திரனுக்குள் பாய்ந்த முதல் செயற்கைத் துணைக்கோள். 35 மணி நேரம் பிரயாணம் செய்து மறுநாள் சந்திரனைத் தொட்டது.

லூனிக்-III (Lunik-III) : 1959 அக்டோபர் 4 இல் அனுப்பப்பெற்ற இந்தத் துணைக்கோள் சந்திரனுக்கு அப்பாலும் சென்று அதன் பின்புறத்தோற்றத்தை ஒளிப்படங்களாக எடுத்து, உருத்துலக்கி, தொலைக்காட்சிச் சாதனத்தின் மூலம் பூமிக்கு அனுப்பியது. சந்திரனின் கவர்ச்சி ஆற்றலின் விளைவுகள் இதன் ஆயுட்காலத்தைக் குறைத்து விட்டது.

வழிகாட்டி அமைப்பு (Guidance system) இராக்கெட்டுகள் வானவெளியில் செல்லுங்கால் அவை சரியான முறையில் திட்டமிடப்பெற்ற பாதைகளில் செல்லுமாறு செய்வதற்குரிய அமைப்பு இது. ஒருவகையில் எதிர் இராக்கெட்டுகளும் மற்றொருவகையில் ஜைராஸ்கோப்பும் உள்ளன.

வளி மண்டலம் (Atmosphere) : பூமியைச் சூழ்ந்துள்ள காற்றின் தொகுதி இப்பெயர் பெறுகின்றது.

வான்கார்டு I (Vanguard-I) : இது முதன் முதலாக அனுப்பப்பெற்ற சூரிய ஒளியால் சக்திபெற்ற துணைக்கோள். 1958 மார்ச் 17 இல் அனுப்பப்பெற்ற இது 2,453 மைல் உயரம்வரை சென்றது.

வான் அல்லென் கதிர்வீச்சு வளைசூழல் (Van Allen Radiation **Belt**) : *பூமியிலிருந்து சில நூறு மைல்கட்கு அப்பால் வான வெளியில் தீவிரமான கதிரியக்கக் கிளர்ச்சியுள்ளது இது 'வான் அல்லென் கதிர் வீச்சு வளைசூழல்' என வழங்கப் பெறுகின்றது.*

விடுபடு நேர்வேகம் (Escape velocity) : *மணிக்குச் சுமார் 25,000 மைல் வேகத்தில் ஒரு பொருள் பிரயாணம் செய்தால் அது பூமியின் ஈர்ப்பு ஆற்றலைச் சமாளிக்கும். அஃதாவது, அஃது அந்த ஆற்றலினின்றும் விடுபடும். இந்த வேகமே அதன் 'விடுபடு நேர் வேகம்' ஆகும்.*

விண்கல் (Meteorite) : *வீழ்மீன் காற்றில் சரியாக எரியாததால் அது பூமியின் மேற்பரப்பின்மீது வீழ்கின்றது. வீழ்மீனின் எரியப்பெருத சிறு பகுதியே 'விண்கல்' ஆகும்.*

வீழ்மீன் (Meteor) : *பூமியின் வளி மண்டலத்தினூடே செல்லுங்கால் எரியும் ஒரு சிறு வான்வெளிப் பொருளாகும் இது.*

வெப்பத் தடை (Heat barrier) : *ஒரு விமானத்தின் வேகம் அதிகரித்து, ஒலியின் வேகத்தையும் கடந்து, 1500 மைல் வேகம் அடையத் தொடங்கினால், அது காற்றின் மூலக்கூறுகளுடன் வன்மையாக மோதுகின்றது. இதனால் விமானம் சூடேறத் தொடங்குகின்றது. இதுவே வெப்பத் தடை; விமானிகள் இதனை 'வெப்பத் தாக்குதல்' என்கின்றனர்.*

வெளியேறு நேர்வேகம் (Exhaust velocity) : *ஓர் இராக்கெட்டின் கூர் நுனிக் குழலின் வழியாக 'ஜெட் வாயுக்கள்' எந்த வேகத்தில் வெளியேற்றப் பெறுகின்ற*

னவோ, அந்த வேகம் இராக்கெட்டின் 'வெளியேறு நேர் வேகம்' என வழங்கப்பெறுகின்றது.

வேதியியல் வளி மண்டலம் (Chemosphere): கடல் மட்டத்திற்குமேல் 20 லிருந்து 50 மைல்வரையிலுள்ள வளி மண்டலத்தின் அடுக்கு இப்பெயர் பெறுகின்றது. இதில் 'ஓஸோன்' அடுக்கும் உள்ளது.

ஸ்புட்னிக்-I (Sputnik-I): இதுதான் உலகிலேயே முதன் முதலாக அனுப்பப்பெற்ற பூமியின் துணைக்கோளா கும். 1957-அக்டோபர் 4 இல் இரஷ்யர்களால் அனுப்பப் பெற்ற இது கடல் மட்டத்திற்குமேல் 588 மைல் உயரம் வரைசென்றது. இதன் எடை 184.3 இராத்தல்.

ஸ்புட்னிக்-II (Sputnik-II): 1957 நவம்பர் 3 இல் அனுப்பப்பெற்ற துணைக்கோள் இது. இதன் எடை 1120 இராத்தல். இது கடல் மட்டத்திற்கு மேல் 1038 மைல் உயரம்வரை சென்று 1958-ஏப்ரல் 14 இல் திரும்பியது. இது முதன்முதலாக 'லைக்கா' என்ற நாயையும் விண் வெளிக்குக் கொண்டு சென்றது.

ஸ்புட்னிக்-III (Sputnik-III): இது 1958 மே 15 இல் அனுப்பப் பெற்றது; அதே ஆண்டு ஏப்ரல் 6 இல் திரும்பியது. பல்வேறு அளவுகளை அளப்பதற்காகப் பல ஏற்பாடுகளுடன் சென்றது. அண்டக்கதிர்கள், கதிர் வீச்சுவளைசூழல், காந்தப் புலம், வீழ்மீன்கள் முதலிய வற்றைப் பற்றிப் பல தகவல்களை இதனால் அறியமுடிந்தது. இதன் எடை 1 டன் 6 அந்தர் (2,912 இராத்தல்).

ஸ்புட்னிக்-IV (Sputnik-IV): 1960 மே 15 இல் அனுப்பப்பெற்ற இது ஏதோ எதிர்பாராத வகையில் ஏற் பட்ட கோளாறின் காரணமாக அதனை மீண்டும் வளி மண்

டலத்திற்குக் கொண்டுவர முடியவில்லை. இது மிகப்பெரி தாக இருந்ததால் இரஷ்யர்கள் இதனை 'விண்வெளி விமானம்' (Space ship) என்றே வழங்கினர்.

ஸ்புட்னிக்-V (Sputnik-V) : இஃது இரஷ்யர்களால் 1960-ஆகஸ்ட் 19இல் அனுப்பப்பெற்ற இரண்டாவது 'விண்வெளி விமானம்'. இதிலிருந்த இரண்டு நாய்கள், நாற்பது சுண்டெலிகள், இரண்டு எலிகள், ஈக்கள், நுண் கிருமிகள் இவையாவும் விண்வெளி மண்டலத்தினின்றும் உயிருடன் மீண்டன. இந்தக் 'கப்பல்' மறுநாள் திரும்பியது.

First Paper: *என்ன ஆச்சரியம்?* **"Enna Aacharyam !" [1949]**

ஓர் அறிமுகம்

பேராசிரியர்

ந சுப்பு ரெட்டியார்

Books Published : **135 + 1**
Papers Published : **200** [Tamil 173 + English 27]
Endowments established: **10**
Endowment Lectures : **12**
Awards received: **8**
Prizes won : **14**
Titles conferred : **8**

Masterpieces:

1) Tamil Payitrum Murai [1957]
2) Religion & Philosophy of Naalayira Divyap-pirabhandham with special reference to Nammalwar [English][His PhD thesis] [1977]
3) Kalvi Ulaviyal Kotpaadukal [1989]
4) Vainava Selvam [1995]

Financial Aid for publishing the Books:

a) Tirumala Tirupathi Devasthanams - 21
b) Directorate of Tamil Development
Government of Tamil Nadu - 6

Research on Professor's Books

a) University of Madras - 1993 (leading to PhD)
b) Madurai Kamaraj University - 2017 (leading to PhD)

பேராசிரியரின் 135 நூல்களில், தெரிவு செய்யப்பெற்ற 100 நூல்கள் (முழுமையாக)
http://tinyurl.com/nsr100collections
எனும் இணையதளத்தில் உள்ளன. [freely downloadable]

India Book of Records

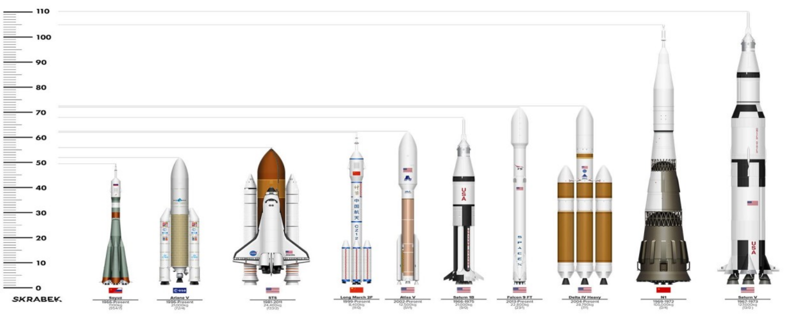
CERTIFICATE

CENTENARY CELEBRATIONS OF PROF DR. N SUBBU REDDIAR

Prof Dr S Ramalingam (born on 13 Oct 1949) Organizing Secretary, Na Subbu Reddiar 100 Educational Trust, Chennai, Tamil Nadu, has conceived, designed and meticulously executed 108 Centenary Events throughout Tamil Nadu during the Centenary Year (2015-2016) of Prof. Dr. N Subbu Reddiar who served the cause of education for 65 years andwritten 135 books in various fields (100 books after retirement).

Biswaroop Roy Chowdhury
Chief Editor
India Book of Records

Date: March 19, 2018

India Book of Records is registered with the Government of India with RNI no. HARENG/2010/32259.
India Book of Records is affiliated to Asia Book of Records and follows Asian Protocol of Records (APRs) as per the consensus arrived at the meeting of the Chief Editors of National Record Books, Ho Chi Minh City, Vietnam.

ISBN 978-81-939637-0-8
9 788193 963708